

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SUELEM MARINA DE ARAÚJO PONTES FARIAS

CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES MADEIREIRAS COMO ALTERNATIVAS ÀS
TRADICIONALMENTE EXPLORADAS E UTILIZADAS INDUSTRIALMENTE NA
REGIONAL TARAUCÁ-ENVIRA - ESTADO DO ACRE

CURITIBA
2015

SUELEM MARINA DE ARAUJO PONTES FARIAS

CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES MADEIREIRAS COMO ALTERNATIVAS ÀS
TRADICIONALMENTE EXPLORADAS E UTILIZADAS INDUSTRIALMENTE NA
REGIONAL TARAUCÁ-ENVIRA - ESTADO DO ACRE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, Área de Concentração de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosilani Trianoski

Co-orientador: Prof. Dr^o. Jorge Luis Monteiro de Matos

CURITIBA
2015

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Farias, Suelem Marina de Araújo Pontes

Caracterização de espécies madeireiras como alternativas às tradicionalmente exploradas e utilizadas industrialmente na regional Tarauacá-Envira - estado do Acre / Suelem Marina de Araújo Pontes Farias. – Curitiba, 2015.

135 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Rosilani Trianoski

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Luis Monteiro de Matos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 11/06/2015.

Área de concentração: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

1. Madeira – Identificação. 2. Madeira – Qualidade. 3. Árvores – Acre. 4. Teses. I. Trianoski, Rosilani. II. Matos, Jorge Luis Monteiro de. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

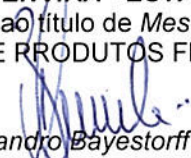
CDD – 674

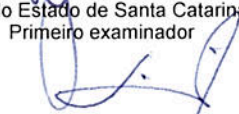
CDU – 634.0.811

PARECER

Defesa nº. 1121

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Suelem Marina de Araújo Pontes Farias* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES MADEIREIRAS COMO ALTERNATIVAS ÀS TRADICIONALMENTE EXPLORADAS E UTILIZADAS INDUSTRIALMENTE NA REGIONAL TARAUACÁ-ENVIRA - ESTADO DO ACRE**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS**.


Dr. Alexandro Bayestorff da Cunha
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Primeiro examinador


Dr. Setsuo Iwakiri
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador


Dr. Rosilani Trianoski
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 11 de junho de 2015.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Ao meu marido que sempre está ao meu lado em todos os momentos e ao nosso
filho que chegou enchendo nossas vidas de alegria!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sua infinita bondade em minha vida e por me conceder um marido que me ama e apóia em tudo na vida e participou ativamente de toda a duração do mestrado.

À Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC na pessoa do Diretor-Presidente Luiz Augusto Mesquita de Azevedo pelo total apoio em todas as fases da execução do mestrado.

A minha orientadora Prof. Dr^a. Rosilani Trianoski pela ajuda e disponibilidade de tempo.

Aos meus amigos e colegas de trabalho Daniel Lima, Claudiane Gurgel, Dixon Gomes, Antônio Bezerra e Francisco Santos que prontamente me auxiliaram na coleta e na realização dos ensaios.

Ao Prof. Dr. Jorge Luis Monteiro de Matos, e Prof. Dr. José Guilherme Prata pela disponibilidade de uso do Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFPR.

Ao Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário – CETEMM por ter cedido o laboratório de produtos madeireiros para a realização de ensaios de flexão da madeira.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, na pessoa da Dr^a. Claudete Catanhede do Nascimento por ter realizado a identificação botânica das espécies desta pesquisa.

Ao Laboratório de produtos florestais do serviço florestal brasileiro que ajudou na confirmação da identificação macroscópica da madeira.

Aos colegas adquiridos no decorrer do curso, Elaine Cristina, Pedro Lício, Samantha Campelo, Rafael Azambuja, Géssica Bilcati, Izabele Domingues, que fizeram dessa jornada um percurso mais curto.

“O coração do homem
pode fazer planos, mas a
resposta certa dos lábios
vem do Senhor ”.
Provérbios 16:1

RESUMO

Embora já se tenha ensaiado um grande número de espécies de madeira, ainda restam muitas sem estudos, visto que a introdução de novas espécies ou o aperfeiçoamento do conhecimento sobre as espécies já existentes no comércio levam em consideração características únicas que exprimem a diferença no mercado. No caso de substituição ou introdução de madeiras por espécies novas, acabam surgindo, na maioria das vezes, a questão da problemática da sua identificação, que é importante tanto como fator econômico como tecnológico para o uso da madeira. O apropriado uso da madeira deve buscar processos que visem garantir a qualidade e melhor aproveitamento das espécies. Este melhor aproveitamento se dá com o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira. Considerando o exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização tecnológica de 04 (quatro) espécies florestais nativas alternativas, com área de abrangência a regional Tarauacá-Envira, Estado do Acre. Para o desenvolvimento do estudo foi realizada a identificação botânica e macroscópica das espécies; a quantificação do volume de ocorrência; a avaliação das propriedades físicas da madeira, massa específica e retratibilidade, e as propriedades mecânicas de flexão estática, compressão paralela às fibras, cisalhamento e dureza Janka, inclusive nas diferentes posições longitudinais do fuste. Como resultado, verificou-se que só foi possível realizar a identificação completa de duas espécies: a *Trattinnickia burserifolia* (Breu amescla) e *Terminalia amazonia* (Cinzeiro). As outras duas devido a falta de material fértil, só foi possível realizar a identificação do gênero; A espécie *Trattinnickia burserifolia* apresentou o DAP e altura comercial mais elevado, assim como o maior volume médio. A *Guarea* sp apresentou o maior volume de ocorrência; Todas as espécies apresentaram características macroscópicas similares entre si; A *Terminalia amazonia* apresentou maior massa específica básica e aparente; As espécies estudadas foram classificadas como madeiras leve e de média massa específica; A *Guarea* sp apresentou a maior contração tangencial, radial e longitudinal; As madeiras foram classificadas como madeira de qualidade normal, que apresenta indicação de uso para móveis como estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos; A *Terminalia amazonia* apresentou os maiores valores médios para os ensaios de flexão estática, compressão paralela, cisalhamento e dureza da madeira na condição verde e à 12% de umidade. Não ocorreu diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais ao longo do fuste para as 4 espécies estudadas; Todas as madeiras estudadas tem características tecnológicas semelhantes às espécies tradicionalmente as utilizadas no comércio;

Palavras-chave: Madeira. Identificação. Novas espécies. Caracterização. Alternativas.

ABSTRACT

Though it has already been tested a large number of species of wood, there are still many without studies since the introduction of new species or improvement of knowledge about the existing ones in commerce take into consideration the unique features which express the difference in the market. In the event of replacement or introduction of new species of woods, they end up emerging, in most cases, the question of the problem of identification, which is important both as an economic and technological factor for the use of wood. The appropriate use of wood should seek processes aimed at ensuring the quality and better use of species. This better use happens with the knowledge of the physical and mechanical properties of wood. Considering the above, this study aimed to carry out the technological characterization of 04 (four) alternative forest native species, with the area covered by the regional Tarauacá-Envira, Acre. To develop the study a botanical and macroscopic identification of species was carried out; quantifying the occurrence volume; the evaluation of the physical properties of the wood, and specific gravity shrinkage and the mechanical properties of bending, compression parallel to the fibers, shear and Janka hardness, even in different longitudinal positions of the shaft. As a result, it was observed that it was only possible to perform a complete identification of two species: *Trattinnickia burserifolia* (Breu Amescla) and *Terminalia amazon* (ashtray). The other two due to lack of source material, it was only possible to carry out the identification of gender; The *Trattinnickia burserifolia* presented the DAP and higher commercial height, as well as the highest average volume. The *Guarea* sp had the highest volume of occurrence; All species have similar macroscopic features from each other; The *Terminalia amazon* had higher basic and bulk density; The species studied were classified as light wood and medium density; The *Guarea* sp had the highest tangential contraction, radial and longitudinal; The wood was classified as normal quality wood, which features use of indication for furniture like bookshelves, tables, cabinets, finally uses that allow small warping; The *Terminalia Amazon* had the highest average values for static bending tests, parallel compression, shear and hardness of the wood in the green condition and 12% humidity. There was no statistical difference along different longitudinal positions in the shaft for the four species studied; All the wood analyzed had similar technological characteristics of the traditionally used species in the trade market.

Keywords: Wood. Identification. New species. Characterization. Alternatives.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DAS ÁREAS DE COLETA DO MATERIAL FLORESTAS ESTADUAIS DO RIO MOGNO E GREGÓRIO.....	42
FIGURA 2: GEORREFERENCIAMENTO DAS ÁRVORES DE INTERESSE.....	44
FIGURA 3: ESCALADA POR MEIO DE ESPORA E POR MEIO DE CORDAS	45
FIGURA 4: SEPARAÇÃO DOS EXEMPLARES E MONTAGEM DAS PRENSAS DE MADEIRA	45
FIGURA 5: SECAGEM DO MATERIAL BOTÂNICO EM ESTUFA.....	48
FIGURA 6: DESENHO ESQUEMÁTICO DA MENSURAÇÃO DA TORO PARA CÁLCULO DOS DADOS VOLUMÉTRICOS.....	49
FIGURA 7: ESQUEMA DE RETIRADA DOS DISCOS AO LONGO DO FUSTE COMERCIAL.....	52
FIGURA 8: ACONDICIONAMENTO DOS DISCOS EM CAMPO.....	52
FIGURA 9: DESDOBRAMENTO DOS DISCOS PARA A CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA PARA A REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS.....	52
FIGURA 10: SECCIONAMENTO DE DISCOS PARA A REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA.....	53
FIGURA 11: PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA.....	54
FIGURA 12: ESQUEMA DE RETIRADA DOS CORPOS-DE-PROVA PARA O ENSAIO DE RETRATIBILIDADE.....	55
FIGURA 13: IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS DE RETRATIBILIDADE.....	55
FIGURA 14: PESAGEM DAS E SECAGEM DAS AMOSTRAS EM ESTUFA.....	56
FIGURA 15: ABATE DAS ÁRVORES E A SECÇÃO DOS BLOCOS PARA POSTERIOR DESDOBRAMENTO.....	58
FIGURA 16: ESQUEMA DE RETIRADA DE MATERIAL PARA A CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA PARA A REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS MECÂNICOS.....	59
FIGURA 17: MÁQUINA DE ENSAIOS UNIVERSAL COM CAPACIDADE PARA 30T DA EMIC.....	60
FIGURA 18: CORPO-DE-PROVA DE COMPRESSÃO PARALELA E REALIZAÇÃO DO ENSAIO.....	60
FIGURA 19: CORPO-DE-PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA E ENSAIO REALIZADO.....	61
FIGURA 20: CORPO-DE-PROVA DE CISALHAMENTO DA MADEIRA E REALIZAÇÃO DO ENSAIO.....	61
FIGURA 21: CORPO-DE-PROVA DE DUREZA E ENSAIO REALIZADO.....	62
FIGURA 22: SECAGEM DOS CORPOS DE PROVA ENSAIADOS E DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE.....	62
FIGURA 23: DETALHES DA ÁRVORE, CASCA, FOLHAS E EXCICATAS PRODUZIDAS DA ESPÉCIE <i>Trattinnickia burserifolia</i>	65
FIGURA 24: DETALHES DA ÁRVORE, CASCA, FOLHAS E EXCICATAS PRODUZIDAS DA ESPÉCIE <i>Terminalia amazonia</i>	66

FIGURA 25: DETALHES DA ÁRVORE, CASCA, FOLHAS E EXCICATAS PRODUZIDAS DA ESPÉCIE <i>Guarea</i> sp.....	67
FIGURA 26: DETALHES DA ÁRVORE, CASCA, FOLHAS E EXCICATAS PRODUZIDAS DA ESPÉCIE <i>Qualea</i> sp.....	68
FIGURA 27: CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE <i>Trattinnickia burserifolia</i>	69
FIGURA 28: CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE <i>Terminalia amazonia</i>	70
FIGURA 29: CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE <i>Guarea</i> sp.....	71
FIGURA 30: CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE <i>Qualea</i> sp.....	72
FIGURA 31: DENDROGRAMA DE AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES POR SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS.....	112

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ECONOMIA DOS PRINCIPAIS POLOS MOVELEIROS DA REGIÃO NORTE EM 2008.....	23
TABELA 2: NÚMERO DE EMPRESAS, CONSUMO DE TORAS, PRODUÇÃO PROCESSADA, EMPREGOS E RECEITA BRUTA DA ATIVIDADE MADEIREIRA NA AMAZÔNIA EM 2009.....	27
TABELA 3: COEFICIENTE DE ANISOTROPIA DA MADEIRA.....	35
TABELA 4: ÁRVORES SELECIONADAS NAS FLORESTAS ESTADUAIS DO RIO GREGÓRIO E MOGNO PARA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES PREVISTAS NO TRABALHO.....	46
TABELA 5: ESPÉCIES SELECIONADAS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	48
TABELA 6: RESULTADO DA IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA.....	64
TABELA 7: PROPRIEDADES MACROSCÓPICAS DAS ESPÉCIES.....	73
TABELA 8: VOLUME DAS ESPÉCIES ESTUDADAS E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA.....	74
TABELA 9: COMPARAÇÃO DO VOLUME ESTIMADO EM INVENTÁRIO FLORESTAL DA ÁREA DO ESTUDO E O VOLUME REAL DAS ESPÉCIES UTILIZADO E OCORRÊNCIA POR HECTARE.....	75
TABELA 10: VALORES MÉDIOS DE MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE POR ESPÉCIE.....	76
TABELA 11: MASSA ESPECÍFICA BÁSICA NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS (g/cm ³).....	78
TABELA 12: MASSA ESPECÍFICA APARENTE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS (g/cm ³).....	79
TABELA 13: RESULTADOS MÉDIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DAS ESPÉCIES.....	79
TABELA 14: RESULTADOS MÉDIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DAS ESPÉCIES NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS AO LONGO DO FUSTE.....	81
TABELA 15: RESULTADOS MÉDIOS PARA A ANISOTROPIA DE CONTRAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	82
TABELA 16: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO VERDE.....	83
TABELA 17: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO À 12% DE UMIDADE.....	85
TABELA 18: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	86
TABELA 19: RESULTADOS MÉDIOS DA FLEXÃO ESTÁTICA À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	88
TABELA 20: RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NO ESTADO VERDE.....	90
TABELA 21: RESULTADOS DA COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NA CONDIÇÃO DE 12%.....	91
TABELA 22: RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	93

TABELA 23: RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	94
TABELA 24: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO NO ESTADO VERDE.....	96
TABELA 25: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO À 12% DE UMIDADE.....	97
TABELA 26: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	98
TABELA 27: RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	100
TABELA 28: RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA NO ESTADO VERDE.....	101
TABELA 29: RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA À 12% DE UMIDADE.....	102
TABELA 30: RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	103
TABELA 31: DUREZA JANKA À 12% NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.....	105
TABELA 32: CORRELAÇÕES ENTRE MASSA ESPECÍFICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS NO ESTADO VERDE.....	107
TABELA 33: CORRELAÇÕES ENTRE MASSA ESPECÍFICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS À 12% DE UMIDADE.....	107

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS MAIS UTILIZADAS NO SETOR MADEIREIRO DO ACRE.....	109
QUADRO 2: PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS RESULTANTES DESTA PESQUISA.....	111

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABIMÓVEL – Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário

APEX - Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos

CETEMM – Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário

COPANT – Comissão Panamericana de Normas Técnicas

DAP – Diâmetro na Altura do Peito

FUNTAC – Fundação de Tecnologia do Estado do Acre

MPA - Mega Pascal

MOE – Módulo de elasticidade

MOR – Módulo de ruptura

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 A MADEIRA.....	19
2.2 A MADEIRA NO SETOR MOVELEIRO.....	19
2.2.1 Cenário mundial.....	19
2.2.2 Cenário Brasileiro.....	20
2.2.3 Cenário na Amazônia.....	22
2.3 USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
2.4 DISPONIBILIDADE DE MATÉRIA PRIMA.....	25
2.4.1 Disponibilidade de matéria prima no mundo.....	26
2.5 CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA.....	28
2.5.1 Identificação Botânica.....	28
2.5.2 Identificação Macroscópica.....	30
2.5.3 Propriedades físicas.....	32
2.5.3.1 Massa Específica.....	33
2.5.3.2 Retratibilidade.....	34
2.5.4 Propriedades mecânicas.....	36
2.5.4.1 Compressão paralela às fibras.....	37
2.5.4.2 Flexão Estática.....	38
2.5.4.3 Cisalhamento.....	38
2.5.4.4 Dureza Janka.....	39
2.6 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES.....	39
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	42
3.2 DADOS PRIMÁRIOS.....	43
3.2.1 Escolha das espécies.....	43
3.2.2 Georreferenciamento das árvores de interesse.....	43
3.2.3 Coleta do material vegetativo e produção das exsicatas.....	44
3.3 ABATE DAS ÁRVORES.....	49
3.4 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E VOLUMETRIA.....	49
3.5 IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA MADEIRA.....	51

3.6 COLETA DE MATERIAL PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS.....	51
3.6.1 Desdobro dos discos.....	52
3.7 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA.....	53
3.7.1 Massa específica.....	53
3.7.2 Retratibilidade.....	54
3.8 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA.....	57
3.8.1 Desdobro da madeira para a realização dos ensaios mecânicos.....	58
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1 IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DE 04 ESPÉCIES FLORESTAIS COM POTENCIAL MADEIREIRO.....	64
4.1.1 <i>Trattinnickia burserifolia</i> (Breu amescla).....	64
4.1.2 <i>Terminalia amazonia</i> (Cinzeiro).....	65
4.1.3 <i>Guarea</i> sp (Gitó).....	66
4.1.4 <i>Qualea</i> sp (Quaruba).....	67
4.2 IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA MADEIRA.....	68
4.2.1 <i>Trattinnickia burserifolia</i> (Breu amescla).....	68
4.2.2 <i>Terminalia amazonia</i> (Cinzeiro).....	69
4.2.3 <i>Guarea</i> sp (Gitó).....	70
4.2.4 <i>Qualea</i> sp (Quaruba).....	71
4.3 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E VOLUMETRIA.....	74
4.4 PROPRIEDADES FÍSICAS.....	76
4.4.1 Massa específica.....	76
4.4.1.1 Massa específica básica e aparente.....	76
4.4.1.2 Massa específica básica nas diferentes posições longitudinais.....	78
4.4.1.3 Massa específica aparente nas diferentes posições longitudinais.....	78
4.4.2 Retratibilidade.....	79
4.4.2.1 Retratibilidade nas diferentes posições longitudinais.....	81
4.4.2.2 Anisotropia de contração nas diferentes posições longitudinais da madeira...	82
4.5 PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	83
4.5.1 Flexão estática na madeira em condição verde.....	83
4.5.2 Flexão estática na condição de umidade de equilíbrio de 12%.....	85
4.5.3 Flexão Estática na condição verde nas diferentes posições longitudinais.....	86
4.5.4 Flexão Estática à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.....	88
4.5.5 Compressão paralela às fibras na madeira em condição verde.....	89
4.5.6 Compressão paralela às fibras em umidade de equilíbrio de 12%.....	91

4.5.7 Compressão paralela às fibras no estado verde nas diferentes posições longitudinais.....	92
4.5.8 Compressão paralela às fibras à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.....	94
4.5.9 Cisalhamento na madeira em condição verde.....	96
4.5.10 Cisalhamento na condição de umidade de equilíbrio de 12%.....	97
4.5.11 Cisalhamento no estado verde nas diferentes posições longitudinais.....	98
4.5.12 Cisalhamento à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.....	99
4.5.13 Dureza Janka na madeira em condição verde.....	101
4.5.14 Dureza Janka na condição de umidade de equilíbrio de 12%.....	102
4.5.15 Dureza Janka no estado verde nas diferentes posições longitudinais.....	103
4.5.16 Dureza Janka à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.....	105
4. 6 CORRELAÇÕES ENTRE PROPRIEDADES.....	106
4.6.1 Correlações entre massa específica e propriedades mecânicas no estado verde.....	106
4.6.2 Correlações entre massa específica e propriedades mecânicas à 12% de umidade.....	107
4.7 INDICAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE USO PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	108
4.8 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES.....	112
5 CONCLUSÃO.....	114
REFERÊNCIAS	117
APÊNDICES.....	131
ANEXOS.....	134

1 INTRODUÇÃO

A caracterização tecnológica de madeiras pouco conhecidas é uma das condições básicas para sua correta utilização. Esta caracterização acaba gerando informações que impulsionam a introdução destas espécies, ampliando o número de espécies utilizadas e ainda colocando no mercado maior volume de matéria-prima, reduzindo assim a exploração seletiva, desperdício e oferecendo opções àquelas espécies cujas reservas estejam se esgotando (IBAMA, 1997).

Na Amazônia apesar de ser a maior floresta do Brasil, existem poucas, e a maioria das vezes incipientes, pesquisas sendo realizadas que visem a caracterização tecnológica de espécies madeireiras. A busca por informações que tenham o foco no aperfeiçoamento técnico, e o desenvolvimento de novas tecnologias, que reduzam os custos e propicie melhor aproveitamento das espécies madeireiras, deveriam ser práticas sucessivas, estimuladas por empresas e instituições públicas ou privadas de pesquisa.

Existe a ocorrência de várias espécies madeireiras, que por suas características ou em muitos casos pela tradição de uso, têm a maior preferência no mercado consumidor. Esta preferência se deve a suas características físicas e mecânicas, pelos aspectos anatômicos, pela cor ou por outra característica da madeira que seja relevante para o consumidor, como a durabilidade.

No Acre, em especial, levantamentos florísticos indicam ser bastante amplo o número de espécies com o potencial de uso nas florestas, em torno de 350 espécies. Entretanto, observa-se que a exploração madeireira no estado é feita de forma rudimentar e seletiva, ou seja, intensa a determinadas espécies de valor comercial, influenciando na diminuição e possivelmente na extinção de algumas espécies (ARAÚJO, 1991). Apenas 50 espécies alimentam a produção acreana dentro da grande gama de espécies com o potencial de uso no Estado (HUMMEL *et al.*, 1994).

Santos (2006) realizou um levantamento das espécies mais utilizadas nas serrarias do Estado do Acre, identificando 33 espécies, sendo elas, abiu rosa, amarelão, angelim, angico, assacú, bálsamo, breu, caixeta, castanharana, catuaba, cedro, cerejeira, copaíba, cumarú-cetim, cumaru-ferro, faveiro, guaribeiro, imbirindiba/ mirindiba, ipê, jatobá, jequitibá, jutaí, maçaranduba, manitê, marupá, mulateiro, orelhinha, pereiro, samaúma, sucupira, tamarino, tauarí e violeta/roxinho.

Pontes (2007), em um levantamento também realizado nas serrarias no Estado do Acre, verificou que as dez espécies mais utilizadas no setor, em relação

ao seu volume, são: cumaru ferro, cumaru cetim, tauari, mulateiro, samaúma, cedro, jatobá, cerejeira, angelim e ipê, podendo assim ser observado que as serrarias do estado continuam consumindo basicamente as mesmas espécies nesses últimos anos. Desta forma, pode-se verificar que em ambos os trabalhos de pesquisa as espécies identificadas como mais utilizadas são basicamente as mesmas.

Araújo (2002), ao realizar extenso levantamento na literatura nacional e internacional acerca das propriedades físicas e mecânicas da madeira, notou que de 197 espécies tropicais ocorrentes em uma área florestal no estado do Acre, na região Amazônica, encontrou o nome científico completo (gênero e espécie) de apenas 74 delas (37,5%), sendo que 113 espécies (57,4%) foram localizadas somente no nível de gênero, e 10 (5,1%) não foram encontradas na literatura. O levantamento revelou uma significativa lacuna em pesquisas sobre madeiras amazônicas.

A busca pela inclusão de novas espécies, o melhor uso e aplicações da madeira é o que vislumbra o setor produtivo nacional, destaca-se a indústria moveleira e a construção civil. E que para tanto, somente com a pesquisa é possível evidenciar os caminhos para o uso e a valorização de muitas outras espécies ainda não conhecidas, nem divulgadas comercialmente ou com conhecimento errôneo do seu nome e/ou suas características físicas e mecânicas.

Desta forma, introduzir o conceito de novas espécies ao processo produtivo da madeira torna-se um desafio e compromisso para os governantes e para o setor madeireiro, já que se exprime em valioso passo do setor produtivo que mais consome madeira no país, para a preservação e a sustentabilidade das florestas brasileiras.

Neste contexto, salienta-se a contribuição deste trabalho, buscando desta forma, a introdução de novas espécies no mercado local de madeira. Para proporcionar tal contribuição à indústria de móveis e construção civil, foram estabelecidos os objetivos mencionados a seguir.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar a caracterização tecnológica de 04 (quatro) espécies florestais nativas alternativas, com área de abrangência a regional Tarauacá-Envira, Estado do Acre.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar a identificação botânica e macroscópica de 04 espécies florestais com potencial madeireiro;
- Quantificar o volume de ocorrência das espécies estudadas;
- Avaliar as propriedades físicas da madeira de massa específica e retratibilidade e mecânicas de flexão estática, compressão paralela às fibras, cisalhamento e dureza Janka, nos estados verde e seco a 12% de umidade e a variação longitudinal ao longo do fuste;
- Indicar potencialidades de uso para as espécies;
- Agrupar as espécies por suas características tecnológicas;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A MADEIRA

O uso da madeira é extenso e engloba uma vasta gama de produtos. A correta utilização depende do conhecimento de várias características da espécie, desde o abate em campo até seu beneficiamento na indústria.

O homem tem a madeira como uma das matérias-primas mais versáteis para o uso humano desde os primórdios da humanidade. A madeira é um produto natural proveniente do lenho dos vegetais superiores: árvores e arbustos lenhosos (JAVARINI, 2011).

A demanda atual de madeira dos vários setores da indústria vem propiciando pesquisas que visam à descoberta de matérias-primas que contemple as características adequadas para a geração de produtos sólidos, de modo que a qualidade dessas matérias-primas atenda às características desejáveis do produto final (PATERLINI, 2011).

A madeira é um material orgânico, heterogêneo, poroso, higroscópico e anisotrópico (KLITZKE, 2004), e devido à estas características, conhecer as propriedades físicas e mecânicas é de suma importância para a sua aptidão no uso correto.

Para Tsoumis (1991), as principais características da madeira são as propriedades físicas como a massa específica e retratibilidade, as propriedades mecânicas de flexão estática, cisalhamento, compressão e dureza, e as propriedades organolépticas (cor, cheiro, sabor, textura e etc), as quais serão objeto de estudo neste trabalho a partir de espécies pouco conhecidas.

2.2 A MADEIRA NO SETOR MOVELEIRO

2.2.1 Cenário Mundial

A indústria de móveis continua sendo constituída, com proeminência, por pequenas empresas, que, até os anos 50, objetivavam atender quase que unicamente ao mercado interno dos seus respectivos países. O comércio internacional de móveis teve início nos anos 50 quando a indústria moveleira dinamarquesa passou a se voltar para o mercado externo. Contudo, o comércio

internacional de móveis se consolidou a partir dos anos 70, sob a liderança da indústria italiana (ABID, 2008).

No período de 2006 a 2008, o setor de móveis apresentou uma tendência de crescimento nas vendas internacionais, sendo uma tendência clara de crescimento que permitiu que o valor comercializado passasse de aproximadamente US\$ 99 bilhões para aproximadamente US\$ 126 bilhões. Essa tendência foi pontualmente quebrada em 2009, como resultado da crise econômica mundial que provocou uma retração de 18% das exportações mundiais de móveis em comparação com o ano anterior. Já em 2010, observou-se uma recuperação do setor, cujas exportações atingiram, aproximadamente, US\$ 118 bilhões, mantendo essa tendência de crescimento em 2011, quando superou o valor exportado em 2008 (APEX-BRASIL, 2012).

Segundo Apex-Brasil (2012), as três principais regiões exportadoras de móveis são União Europeia, Ásia e Oceania, e América do Norte. Juntas, essas regiões respondem por 94,3% do total vendido mundialmente em 2011. Na Ásia, a China está entre os maiores exportadores de móveis, aparecendo na primeira posição do ranking mundial. A participação do país no total das exportações mundiais passou de 17,6% para 29,2% entre 2006 e 2011. O Brasil obteve uma queda no ranking mundial de exportações passando da 23ª posição, com 1,0% das exportações mundiais, para 31ª posição, com 0,5% das exportações.

2.2.2 Cenário Brasileiro

De acordo com Pereira (2009), a indústria de móveis, como setor da indústria nacional, é reconhecida como uma indústria tradicional e, de modo geral, caracterizada pela reunião de vários processos de produção, com emprego de diferentes matérias-primas e geração de uma ampla diversidade de produtos finais. Por sua vez, o dinamismo tecnológico desta indústria é determinado pelo aprimoramento do *design*, pelas máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo e pela introdução de novos materiais (ABID, 2008).

O setor moveleiro no Brasil tem sido marcado por um processo de utilização crescente de madeiras provenientes de florestas plantadas. Tal fato tem-se tornado mais evidente nos últimos anos, sobretudo em razão dos questionamentos existentes em relação à exploração das florestas nativas, seja por razões ecológicas, seja pela

elevação dos preços, devido às dificuldades de exploração e ao distanciamento entre as zonas de produção e de consumo (ABREU *et al.*, 2002).

O setor moveleiro nacional avançou muito nos últimos anos, e hoje sua produtividade, em alguns segmentos, já se aproxima dos níveis internacionais, o que inclusive possibilitou um grande salto exportador em meados da década de 90 (GORINI, 1998; GONZAGA, 2007), onde até então a produção de móveis no Brasil era direcionada unicamente para o mercado interno ou regional, o Brasil passou a exportar parte da sua produção tendo um desenvolvimento considerável e se constituiu em um setor industrial inserido em termos globais (ROESE, 2003).

Em 2011, o Brasil contava com 16.500 indústrias de móveis, que empregavam aproximadamente 307.000 pessoas. Apesar de estarem presentes em todos os Estados da federação, essas indústrias se concentram em Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Os principais polos moveleiros juntos responderam, em 2011, por 60% da produção de móveis, com destaque para Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul, que sozinho foi responsável por 30% da produção dos polos (APEX-BRASIL, 2012).

Em 2014, de acordo com a MOVERGS (2014), a indústria de móveis no Brasil teve um aumento e agora possui mais de 17.500 indústrias, que gera em média 322.800 empregos diretos e indiretos, com a capacidade de produção de 494,2 milhões de peças.

Em 2014, o Brasil já exportou o equivalente a US\$ 289 milhões em móveis de madeira, sendo cerca de US\$ 56 milhões para os EUA, uma participação de quase 20% de todo o mercado importador desse segmento. Neste ano, o total de exportações de móveis de madeira cresceu cerca de 2% em relação a 2013, ao passo que o valor exportado só para os EUA apresentou crescimento de quase 13% (SEBRAE, 2014).

A indústria brasileira apresenta-se segmentada em duas categorias: móveis de madeira para residências e móveis para escritórios. O setor de móveis de madeira para residências constitui-se no principal segmento da indústria de móveis, reunindo 77,5% do número total de estabelecimentos e 73,5% da mão-de-obra empregada. Este pode ser dividido em dois segmentos básicos, de acordo com a matéria-prima utilizada: móveis retilíneos de madeira maciça ou de madeira maciça conjugada com painéis de madeira aglomerada. Nesses dois segmentos, encontram-se as empresas mais modernas, principalmente em móveis retilíneos (SCHNEIDER, 2002).

A indústria de móveis pertence ao chamado setor tradicional da economia, caracterizado por um reduzido dinamismo tecnológico, intensidade de mão-de-obra relativamente elevada e utilização de materiais de origem animal ou vegetal. Dessa maneira, a indústria de móveis é uma das mais tradicionais e conservadoras da estrutura produtiva atual (ROSA *et al.*, 2007). Guéron e Garrido (2004) salientam que estas empresas são caracterizadas por uma alta informalidade e por uma forte diversificação, verticalização e fragmentação.

Para Gorini¹ (1999 citado por SALVADOR, 2009), alguns problemas que poderão afetar o desempenho da indústria moveleira em longo prazo são apresentados por em um estudo do panorama do setor moveleiro no Brasil:

- a) a grande verticalização da produção industrial de móveis;
- b) a carência de fornecedores especializados em partes e componentes de móveis;
- c) a incipiente normatização técnica;
- d) a elevada informalidade existente no setor;
- e) os baixos investimentos em *design* e pesquisa de mercado.

2.2.3 Cenário na Amazônia

De acordo com SUFRAMA (2003), na Amazônia o setor moveleiro ainda é incipiente, geralmente trabalha com encomendas. Se considerar a região Norte, somente 2,6% das empresas moveleiras e 1,7% dos empregos do Brasil estão situados na região.

Na região Norte, em 2008, das 1.892 empresas existentes nos principais polos moveleiros na região, o consumo de madeira processada era de 198 mil metros cúbicos, sendo esse consumo dividido entre madeira nativa maciça e painéis de madeira reflorestada (PEREIRA *et al.*, 2010). Ainda de acordo com o mesmo autor, 83% do consumo de madeira processada para a fabricação de móveis na região, provem dos Estados do Pará, Amazonas e Acre. Na Tabela 1 estão apresentados os dados econômicos dos principais polos moveleiro da região Norte no ano de 2008.

¹GORINI, A.P.F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira.** BNDES,

TABELA1 - ECONOMIA DOS PRINCIPAIS POLOS MOVELEIROS DA REGIÃO NORTE EM 2008.

Estado	Número de Municípios	Número de indústrias	Consumo anual de matéria-prima (milhares de m ³)	Empregos diretos gerados	Receita bruta (milhões R\$)
Acre	2	178	29,9	881	44,0
Amapá	8	59	2,9	266	5,8
Amazonas	5	456	43,2	1.404	43,0
Pará	7	813	92,1	2.918	100,0
Rondônia	4	148	14,7	664	18,7
Roraima	5	99	8,4	473	21,4
Tocantins	5	139	6,7	563	25,0
Total	36	1.892	197,9	7.169	257,9

FONTE: (PEREIRA *et al.*, 2010).

De acordo com Pereira *et al.* (2010), as indústrias moveleiras da região Norte alcançaram em 2008 uma receita bruta de R\$ 258 milhões e em torno 7.169 empregos diretos, sendo que apenas 36% eram formais, 46% informais e 18% mão de obra familiar.

O Acre se destaca entre os estados da região Norte, pela participação crescente do governo estadual nas políticas de incentivo para melhorias no segmento moveleiro. Segundo informações do Secretário de Estado de Desenvolvimento Florestal, da Indústria, do Comércio, e dos Serviços Sustentáveis - SEDENS, existe em torno de 460 marcenarias cadastradas no estado (ROSAS, 2012).

No Acre, de acordo com Ferreira (2004) e Pontes (2011), a maior parte da produção das marcenarias de Rio Branco é de móveis residenciais, para escritórios e escolares. Mais especificamente, 75% das empresas locais produzem móveis para dormitório e para cozinha, 67% oferecem produtos para uso em sala, 42% fabricam esquadrias (portas, janelas e caixilhos) e 25% elaboram móveis para banheiros. Aliado a isso, 17% dessas empresas oferecem móveis para uso em escritório, em escolas, para lojas e 8% produzem brinquedos pedagógicos.

Ainda neste estado, 48% da produção do segmento de móveis se concentram nos municípios do Vale do Rio Acre (Brasiléia, Xapuri, Rio Branco e Porto Acre). Outro sim, este setor é constituído por 203 movelarias, de um total de

349 empresas atuando em todo o Estado, as quais geram 1.300 postos de trabalho (ACRE, 2000). Segundo Pontes (2011), o maior consumidor de móveis de madeira fornecidos pelas marcenarias da capital do Acre é o mercado local.

2.3 USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Brasil é um dos principais detentores dos recursos florestais abundantes no mundo, sendo o único que ainda possui extensas áreas de floresta tropical. No país, o setor florestal tem significativa importância por ser fornecedor de energia e/ou matéria-prima para a indústria da construção civil e de transformação (BRASIL, 2007).

A extração das florestas tem ocorrido de forma intensa e desordenada com o crescimento populacional e se intensifica proporcionalmente ao desenvolvimento, devido aos diversos usos da madeira na sociedade, principalmente na construção civil e na indústria de móveis (PEREIRA, 2013).

No mundo todo, vários países já aceitaram a madeira como matéria-prima principal para a construção civil, exatamente por ser um material renovável. Estados Unidos, países da Europa, Chile e o Japão seguem avançando nessa discussão e buscando novas tecnologias para o uso adequado da madeira. (CASAGRANDE JUNIOR, 2013).

O setor da construção civil é o maior consumidor de madeira tropical do país. Desta forma, ocorre a necessidade do uso racional e sustentável da madeira na construção civil, minimizando os impactos na extração, beneficiamento, utilização e destinação de resíduos (ZENID, 2009).

Para Zenid (2009), a madeira usada na construção civil, é utilizada em diversos usos temporários, como: fôrmas para concreto, andaimes e escoramentos. Já de forma definitiva, é utilizada nas estruturas de cobertura, em esquadrias, em forros e pisos.

No Brasil, a madeira serrada ainda é o principal dos produtos de madeira empregados na construção civil, enquanto que em países desenvolvidos os painéis têm participação mais significativa (ZENID, [2010?]).

A construção civil é um nicho de aplicação da madeira, onde na condição de material de construção, a madeira incorpora um conjunto de características técnicas, econômicas e estéticas que dificilmente são encontradas em outro material (TRIANOSKI, 2012).

No entanto, no estado do Acre, o setor de construção com madeira se limita a utilização de poucas espécies. Esta concentração em poucas espécies resulta em escassez de algumas espécies que tem a preferência de uso no mercado e preços elevados, fato que causa a necessidade de substituição das espécies tradicionalmente empregadas neste ramo, por espécies alternativas.

A utilização da madeira na construção civil requer ainda características peculiares, entre elas matéria prima uniforme, disponibilidade de matéria prima constante, preços acessíveis, características físicas-mecânicas adequadas que aumentem a resistência e durabilidade da madeira, como o teor de umidade que influencia diretamente a qualidade da madeira (ZENID, 2009).

Várias propriedades da madeira são afetadas pelo teor de umidade presente nas peças. O comércio de madeira serrada para fins estruturais não leva em consideração esta propriedade, e as mesmas acabam secando no depósito do comprador ou, o que é mais freqüente, em uso (ZENID, [2010?]).

Um grande problema enfrentado por empresas do ramo da construção civil é a qualidade das peças de madeira, justamente afetada alto teor de umidade encontrado nas peças. Desta forma, torna-se necessário e importante determinar as propriedades físico-mecânicas em estado verde para sanar tal problema, e fortalecer ainda mais o uso da madeira como material de construção.

2.4 DISPONIBILIDADE DE MATÉRIA PRIMA

A globalização da economia, os meios de comunicação e, mais recentemente, a internet, foram essenciais para a multiplicação do consumo de produtos no mundo, propagando centros de pesquisa e desenvolvimento, que passaram a ofertar cada vez mais novas tecnologias e produtos que se tornam obsoletos rapidamente, aumentando a exploração dos recursos naturais e tornando determinados recursos escassos (LOPES, 2011).

Ainda segundo o mesmo autor, existem grandes empresas de um mundo globalizado visando a produção e incentivando o consumo em massa, de outro lado existem sociedades regionais preocupadas com a preservação da matéria prima. Quanto ao setor florestal, é necessário haver um equilíbrio na oferta dos produtos florestais e na regularidade do suprimento da matéria prima e seus derivados, favorecendo o setor a uma reposição florestal, uma vez que esta atitude diminui a

pressão da sociedade sobre as florestas naturais, contribuindo para a conservação dos maciços florestais remanescentes.

Levantamento de informações que possibilitem o aprimoramento técnico, e o desenvolvimento de novas tecnologias, que reduzam custos e utilizem melhor as espécies madeireiras, devem ser práticas contínuas, incentivadas por empresas e instituições de pesquisa.

2.4.1 Disponibilidade de matéria prima no mundo

As indústrias de base florestal têm baixo rendimento e geram grande quantidade de resíduos no processo produtivo, principalmente as indústrias de transformação primária. O aumento progressivo da quantidade de madeira desdobrada tem revelado problemas como o crescimento do consumo de matéria-prima, em um momento que o mercado apresenta diminuição de oferta da mesma, além da disponibilização de quantidades ainda maiores de resíduos, que muitas vezes não tem utilização na indústria, onde os mesmos foram gerados (AMPARATO, 2009).

As fontes de matérias prima madeireiras podem ser oriundas das florestas plantadas onde implantação, manutenção e exploração seguem projetos previamente aprovados pelo IBAMA e, também, oriundas das florestas nativas, que são exploradas para atender ao mercado de madeiras de duas formas: por meio de manejo florestal, e por meio de exploração extrativista (IPT, 2009).

As explorações extrativistas, sem plano de manejo adequado das matas nativas, que retiram grandes volumes de apenas algumas espécies definidas pelo mercado, faz com que a floresta seja incapaz de se recompor naturalmente na mesma velocidade (MARTINS, 1996).

O Serviço Florestal Brasileiro (2010) menciona que o Brasil é um país florestal de aproximadamente 516 milhões de hectares de florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área florestal do mundo, atrás apenas da Rússia.

Para Veríssimo *et al.* (2006), no Brasil as principais atividades econômicas, ao lado da mineração e agropecuária, estão a exploração e o processamento industrial de madeira.

Na região amazônica observa-se nitidamente que a geração de bens diretos com a madeira, pela exploração florestal, é feita de modo a se obter o máximo de

produção com um mínimo de recursos financeiros, resultando muitas vezes em um alto grau de degradação ambiental (STCP, 2002).

A principal produtora de madeira tropical no mundo, ficando apenas atrás da Malásia e Indonésia, é a Amazônia brasileira (OIMT, 2006).

Em 2009 as indústrias madeireiras extraíram uma média de 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira nativa em tora, o equivalente a 3,5 milhões de árvores. A receita bruta estimada da indústria madeireira no mesmo ano foi de aproximadamente R\$ 4,94 bilhões e gerou aproximadamente 204 mil empregos, dos quais 66 mil empregos diretos (processamento e exploração florestal) e 137 mil empregos indiretos. (HUMMEL *et al.*, 2010). Na Tabela 2 podem ser visualizadas o número de empresas, consumo de toras, produção processada, empregos e receita bruta da atividade madeireira na Amazônia.

TABELA 2 – NÚMERO DE EMPRESAS, CONSUMO DE TORAS, PRODUÇÃO PROCESSADA, EMPREGOS E RECEITA BRUTA DA ATIVIDADE MADEIREIRA NA AMAZÔNIA EM 2009.

Estados	Número de empresas	Consumo de toras (milhares de m³)	Produção Processada (milhares de m³)	Empregos (diretos e indiretos)	Receita Bruta (milhões de R\$)
Acre	24	422	193	4.641	181,96
Amapá	48	94	41	1.516	32,10
Amazonas	58	367	142	6.525	115,19
Maranhão	54	254	90	3.975	59,00
Mato Grosso	592	4.004	1.795	56.932	1.598,36
Pará	1067	6.599	2.550	92.423	2177,61
Rondônia	346	2220	925	34.825	713,49
Roraima	37	188	70	2.865	62,66
Amazônia Legal	2226	14.148	5.806	203.702	4.940,39

FONTE: (HUMMEL *et al.*, 2010).

O estado do Acre possui 8,2 milhões de hectares com potencial de suprimento de matéria-prima para a indústria florestal, onde nos últimos anos o manejo florestal com exploração autorizada no Estado aumentou 10 vezes, sendo que 4,2 milhões de hectares estão associados ao manejo florestal comunitário, 1 milhão de hectares ao manejo florestal de florestas públicas e 3 milhões de hectares ao manejo florestal empresarial (ACRE, 2012).

Segundo Diniz (s/d), uma das atividades econômicas mais importantes no Acre, é o manejo florestal, sendo que, a atividade florestal representa mais de 20% do Valor Bruto da Produção do Estado. Existem mais de 500 empresas, entre

grandes, médias e pequenas empresas ligadas ao setor florestal e que produzem mais de 700 mil metros cúbicos de madeira por ano.

De acordo com Acre (2012), a indústria florestal acreana é atendida a partir de diferentes fontes de suprimento de matéria prima:

- Plano de Manejo Florestal Sustentável Empresarial;
- Plano de Manejo Florestal Sustentável Comunitário;
- Florestas Públicas (estadual e federal);
- Outras fontes, incluindo desmatamentos autorizados pelo IMAC/IBAMA.

No Acre, o abastecimento de matéria-prima florestal provém exclusivamente das florestas nativas existentes no Estado, onde são extraídas comercialmente através de planos de manejo florestal que supre a demanda local, assim como a demanda de outros Estados através da exportação, com exceção para alguns empresários que vendem diretamente para outros países.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

2.5.1 Identificação Botânica

A grande busca por identificação de novos produtos e/ou processos com novas espécies florestais são quase que indispensáveis na atualidade. Essa procura faz com que ocorra a necessidade de reforçar a grande importância de se obter uma correta identificação botânica das espécies.

A identificação botânica é realizada em manejo florestal por chamados “mateiros”, que são nativos conhecedores da área que acabam usando uma nomenclatura popular e conhecimento empírico para identificar. Para Procópio e Secco (2008), “estas pessoas adquirem seus conhecimentos através de ensinamentos que passam de geração em geração, ou até criam nomes que os façam lembrar o tipo de árvore a qual querem fazer referência”. Esta correlação de nomes é realizada sem seguir critérios científicos, morfológicos ou ecológicos das espécies.

O nome popular das madeiras é reconhecidamente um dos itens importantes na sua comercialização. A utilização de vários nomes para uma dada madeira, como a existência de várias madeiras sendo comercializadas sob um mesmo nome, têm

contribuído, ao lado de outros fatores, de forma negativa para uma utilização mais intensa das madeiras amazônicas.

Desta forma, Camargos *et al.* (1996) afirmam que existe uma diversidade de nomes populares na Amazônia que dificulta sobremaneira a identificação correta das plantas regionais, visto que existem inúmeros nomes populares para uma única espécie. Corroborando Procópio e Secco (2008), discutem que o agrupamento de várias espécies em um único nome acaba inviabilizando a correta definição de seu uso e, portanto, gera em muitos casos a incredulidade na relação vendedor-consumidor.

A boa identificação das árvores na floresta é uma atividade essencial do bom manejo. Se a planta for identificada de forma incorreta na floresta, o produto final daquela madeira muitas vezes não terá as qualidades esperadas e o comprador poderá reclamar ou exigir um preço menor (FERREIRA; HOPKINS, 2004).

Outras vezes, um mesmo nome é utilizado para espécies pertencentes a famílias diferentes, desconhecidas. A falta de identificação botânica ou a identificação incorreta pode invalidar todo um trabalho. Além disso, pode gerar informações incorretas e levar a conclusões em muitos casos o uso indevido de uma determinada espécie.

Para Martins-da-Silva, Hopkins e Tompson (2003), a exatidão no processo de identificação é altamente relevante para a conservação das espécies, já que em vários casos, pode estar ocorrendo a exploração de uma espécie rara ou em fase de extinção. Ainda de acordo com os mesmos autores, outro problema relevante na hora da identificação é que existe reduzido número de profissionais que são capazes de realizar a correta identificação das espécies vegetais na Amazônia. A maioria dos taxonomistas atua em projetos específicos de taxonomia e a minoria desenvolve atividades em projetos multidisciplinares.

Segundo Sá Junior (2008), o procedimento de identificação ainda é realizado manualmente e há necessidade de profissionais com grande conhecimento e habilidades na área de taxonomia, o que torna a atividade trabalhosa. Outro ponto desfavorável é que ocorre perda de propriedades importantes dos materiais após a herborização, tais como: coloração, textura, brilho, geometria, entre outros que pode influenciar a correta identificação.

De acordo com Musil (1963), na hora de se realizar o processo de identificação botânica pelo taxonomista, é necessário levar em consideração desde a inflorescência até a raiz, ou seja, todas as partes da planta.

Já a identificação de madeiras por práticas populares é realizada levando em conta somente as características sensoriais. Por serem variáveis e também devido às semelhanças das mesmas em diferentes madeiras, essas características, em muitos casos, não levam à identificação correta da madeira.

Fidalgo e Bononi (1984) relatam que para se realizar uma correta identificação o processo tem se iniciar com a coleta e herborização adequada em campo. Para tanto se sugere que todos os setores da pesquisa biológica que desenvolvem estudos com vegetais, tenham a coleta de material botânico nos seus planejamentos de pesquisa.

Além dos problemas citados acima, foi levantado durante o workshop “Relevância da Identificação Botânica para o Manejo Florestal na Amazônia” e citado por Martins-da-Silva, Hopkins e Thompson (2003), que:

- Falta uma política de incentivo para formar profissionais nessas categorias.
- Desatualização das identificações nos acervos dos herbários regionais.
- Ausência do reconhecimento da profissão de parataxônomo.
- Alto valor das diárias cobradas pelos parataxônomos.
- Dificuldade de acesso à literatura atualizada.

De acordo com Machado e Barbosa (2010), só as plantas férteis, contendo flores e/ou frutos, devem ser coletadas. Isto porque estas estruturas são fundamentais para a identificação das plantas. Ainda de acordo com o mesmo autor, deve-se coletar amostras suficientes para possibilitar a identificação e a troca entre herbários, pelo menos 5 amostras.

Os ramos férteis, que muitas vezes não é possível encontrar, após coletados em campo, devem ser prensados, dessecados e montados sobre papel cartão e somente a partir daí comparados com uma coleção botânica presente em herbários, sendo possível comparar espécies de locais e ecossistemas diferentes (FIDALGO; BONONI, 1984).

2.5.2 Identificação Macroscópica

De acordo com Nisgoski, Muñiz e Klock (2000), o conhecimento do correto nome, das características anatômicas, botânicas e das propriedades da madeira, permite dizer quais são os melhores usos da madeira de cada espécie, evitando gastos desnecessários e problemas futuros na utilização da madeira.

O processo de identificação científica de uma amostra de madeira é complexo e se processa em várias etapas. A primeira é uma análise e a caracterizando as suas propriedades organolépticas (COSTA, 2004). Em seguida, a caracterização anatômica (MOUTINHO, 2008).

De acordo com Zenid e Ceccantini (2007), na identificação macroscópica pode-se observar características que demandam pouco ou nenhum aumento.

De acordo com INDEA-MT (2011), a identificação macroscópica é um método rápido e seguro, o qual permite a identificação da maioria das madeiras comerciais, sendo esta realizada através de uma Lupa tipo conta-fios (10X) e faca ou estilete para polimento, fazendo-se observações das estruturas anatômicas que são peculiares a cada espécie.

Para Botosso (2009), este método também é considerado rápido, principalmente se comparado à identificação microscópica, que acaba tendo a vantagem de requerer instrumentos simples, sendo mais prático, e podendo ser executado em qualquer lugar.

No entanto, para o mesmo autor, a identificação macroscópica acaba ficando limitativa quando ocorre a necessidade de uma avaliação mais detalhada da estrutura anatômica, principalmente nos casos de espécies florestais pouco conhecidas, muito similares ou que apresentem maior grau de dificuldade no reconhecimento de sua estrutura.

As propriedades organolépticas são aquelas que estão ligadas ao valor visual do lenho e perceptíveis pelos órgãos sensoriais como: cor, odor, desenho, brilho, textura e grã (ZENID e CECCANTINI, 2007).

Para Nisgoski (1999), as características anatômicas da madeira são suas estruturas componentes que influenciam na qualidade final do produto. São elas anéis de crescimento, raios, vasos e parênquima.

No Brasil, a descrição do lenho é regida por normas como a COPANT, que diz que antes de se realizar a análise da estrutura da madeira é necessário que se observe outras características gerais da madeira. Após esta etapa as amostras devem se comparadas a outras existentes em xilotecas que já possuem amostras padrões identificadas (SILVA, 2005).

Os estudos da estrutura da madeira vêm sendo amplamente aplicado às diferentes áreas da ciência, investigando a ligação entre a anatomia e as outras propriedades da madeira, além da correta identificação das espécies (LOPES, 2013).

Para Alves (2010), é necessário que se faça a observação da madeira nos três planos fundamentais, que são eles: transversal, radial e tangencial, sendo que o plano transversal é o que possui o maior detalhamento das características e auxilia em uma identificação mais precisa.

2.5.3 Propriedades físicas

As informações das características físicas da madeira na confecção do produto são preponderantes para a introdução no mercado e para estabelecer uma vantagem competitiva, sendo uma necessidade do setor produtivo.

A determinação das propriedades físicas tem sido realizada através de ensaios de laboratórios especializados, utilizando amostras de madeira de pequenas dimensões e livres de defeitos, empregando normas técnicas que especificam os métodos, procedimentos, fórmulas de cálculo, dimensões exatas de corpos de prova e apresentação de resultados. Considera ainda, os fatores de variação dos resultados inerentes ao próprio material utilizando e ao método de execução dos ensaios. (ARAÚJO, 2007).

Considerando uma mesma norma técnica, os resultados obtidos para o material são semelhantes e reproduzíveis em qualquer tempo e espaço, podendo posteriormente comparar dados obtidos e uniformizar futuras investigações. (BERALDO, 1987). As normas técnicas mais utilizadas para este objetivo de determinação de propriedades da madeira referem-se a métodos de ensaio.

Para Calegari *et al.* (2013), entre alguns dos conceituados organismos de normalização relacionados à madeira estão:

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *American National Standards Institute* (ANSI), *American Wood-Preservers' Association* (AWPA), *Comisión Panamericana de Normas Técnicas* (COPANT), *International Standardization Organization* (ISO), *Association Française de Normalisation* (AFNOR), *Deutsches Institut für Normung* (DIN), *British Standards Institution* (BSI), *Instituto Nacional de Normalización* (INN), *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales* (IRAM) e *Asociación Española de Normalización y Certificación* (AENOR).

Para os ensaios físicos de madeiras, no uso de pequenos corpos de prova isentos de defeitos, as normas mais utilizadas mundialmente são a norte-americana (ASTM) e a interamericana (COPANT). Existe ainda o antigo Método Brasileiro MB26 de 1940, reeditado em 1980 como NBR 6230, correspondente à NBR 7190, de 1997,

atual norma brasileira para a determinação das propriedades das madeiras (LOGSDON *et al.*, 2008).

Segundo Lopes *et al.* (1983), para determinar propriedades físico-mecânicas de espécies amazônicas, utiliza-se as normas técnicas COPANT, esclarecido ao fato de que foram realizados ensaios com várias espécies latino-americanas de regiões tropicais em laboratórios dos Estados Unidos, Venezuela, Colômbia, Costa Rica, Guatemala e Peru por meio das normas ASTM (equivalentes às normas COPANT), possibilitando assim, a comparação dos resultados médios obtidos nos países citados com os realizados nas espécies amazônicas.

As mais importantes propriedades físicas que caracterizam a madeira são: a massa específica, expressa pelo quociente entre a massa e o volume, e a instabilidade dimensional (retratibilidade), representadas pela variação das dimensões (linear e volumétrica) em função do teor de umidade (TSOUMIS, 1991).

2.5.3.1 Massa Específica

Segundo Shimoyama e Barrichelo (1989), entre as propriedades físicas, a que se destaca como de fundamental importância para a produção tecnológica e utilização da madeira é a massa específica básica, uma vez que sua propriedade se correlaciona com as demais propriedades da madeira.

Chimelo (1980) enfatiza que a massa específica está relacionada com a retratibilidade, trabalhabilidade, empregabilidade, durabilidade natural e com outras propriedades mecânicas da madeira. A massa específica reflete ainda na composição química e o volume de matéria lenhosa por peso (BURGER; RICHTER, 1991), tornando-se um parâmetro importante, utilizado para qualificar a madeira nos diversos segmentos das atividades industriais.

A massa específica reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, ou do volume de espaços vazios existente em uma madeira. Zobel e Buijtenen (1989) relatam que existem três padrões importantes de variabilidade da massa específica da madeira dentro de uma mesma árvore: o primeiro padrão apresenta a variabilidade decorrente das diferenças existentes no anel de crescimento entre suas distintas camadas; o segundo padrão, mais abrangente, é observável no sentido medula-casca e, incorporando as variações dentro do anel de crescimento, considera também as variações existentes entre as regiões de cerne e alburno, e lenho inicial e tardio eventualmente presentes; e o último padrão de

variabilidade, geralmente de menor importância, considera a variabilidade associada às diferentes alturas ao longo do fuste das árvores.

Segundo a ABNT (2003), a massa específica da madeira precisa ser expressa a um teor especificado de umidade e volume correspondente, visto que a madeira altera seu volume pela absorção e perda de água, sendo as condições usuais para essa determinação a, massa mínima (seca em estufa ou livre de umidade) e o volume máximo (saturado em água ou verde), na forma de discos originados da seção transversal de troncos ou na forma de cavacos.

Para Zerbini (2008) o segmento madeireiro procura trabalhar com madeiras de baixa a média massa específica, pois esse tipo de matéria prima apresenta melhor desempenho perante equipamentos e produtos de acabamentos. As madeiras tropicais quanto a sua classificação de massa específica, varia de leve a pesada, considerando os valores para madeiras leves $\leq 0,50 \text{ g/cm}^3$, para madeiras de massa específica média entre $0,51 \text{ g/cm}^3$ e $0,72 \text{ g/cm}^3$ e para madeiras pesadas $\geq 0,73 \text{ g/cm}^3$ (MELO; CORADIN; MENDES, 1990).

2.5.3.2 Retratibilidade

As principais características físicas da madeira podem ser obtidas a partir de ensaios que avaliam a estabilidade dimensional da madeira, indicando a importância da determinação da retratibilidade da madeira.

A retratibilidade, segundo o Instituto de Pesquisas Teológicas - IPT (1985), é o fenômeno da variação dimensional da madeira, quando há alteração no seu teor de umidade.

Rezende *et al.* (1988), definem a madeira como um material higroscópico, e por isto apresenta contração quando o seu teor de umidade é reduzido do ponto de saturação das fibras (PSF) até a condição seca ou anidra, a contração e a expansão higroscópica da madeira são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade.

As magnitudes das variações dimensionais dependem de inúmeros fatores, como o teor de umidade, a direção estrutural (radial, tangencial ou longitudinal), a posição dentro da árvore, a massa específica da madeira, a temperatura, o grau de estresse de secagem causada pelo gradiente de umidade, entre outros (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

Segundo Lobão e Pereira (2008), a retratibilidade volumétrica é medida com absoluta precisão de três estágios de umidade: verde, seca ao ar e seca em estufa. Já a linear é medida nas três direções do corpo de prova nos mesmos estados de umidade que a medição volumétrica. Ainda segundo os autores, ensaios físicos demonstram que a retratibilidade axial pode ser desprezível, que a tangencial é o dobro da radial e que a volumétrica é aproximadamente o somatório das três.

De acordo com Oliveira (2007), o conhecimento das variações lineares nas direções transversal, radial e longitudinal e com os valores da contração no sentido transversal, pode-se obter um importante índice conhecido como fator de anisotropia, que é a relação entre a contração tangencial e a radial com a qual se pode ter uma idéia do comportamento das madeiras em relação à secagem, indicando uma maior ou menor propensão das peças a apresentarem defeitos.

TABELA 3 – COEFICIENTE DE ANISOTROPIA DA MADEIRA

COEFICIENTE DE ANISOTROPIA	QUALIDADE DA MADEIRA
< 1,5	Madeira muito estável (madeira de excelente qualidade)
1,6 até 2,0	Média baixa (madeira de qualidade normal)
2,1 até 2,5	Média alta (Madeira de qualidade média-baixa)
>2,6	Madeira muito instável (madeira de qualidade baixa)

FONTE: (KLITZKE, 2004)

Para Galvão e Jankowsky (1985), madeiras que possuem coeficiente de anisotropia entre 1 e 1,5 são consideradas excelentes, apresentando melhores estabilidades dimensionais. Essas madeiras não apresentam problemas em seu aproveitamento como madeiras serradas, desde que o processo de desdobro seja conduzido conforme técnicas recomendadas.

As variações da retratibilidade podem afetar a qualidade do lenho, podendo aparecer fissuras, rachaduras, fendas de secagem, entre outros. Em função disto destas variações, medidas podem ser tomadas a fim de minimizarem danos, como: o uso de peças de madeira com teores de umidade compatíveis com o ambiente a ser empregada, desdobro e emprego adequados da madeira e impregnação das peças com óleos resina (LOBÃO; PEREIRA, 2008).

2.5.4 Propriedades mecânicas

Para um bom aproveitamento e aplicação da madeira, é necessário cada vez mais, estudos das propriedades mecânicas da madeira para o conhecimento da capacidade desses materiais resistirem a forças aplicadas no material para que não sofra alterações na sua forma ou tamanho.

Melchiorretto e Eleotério (2003) acrescentam que é de grande importância a determinação das propriedades tecnológicas da madeira, para a estimativa da sua resistência em relação às forças externas que tende a deformar a madeira. Para Teixeira (2008), a determinação das características mecânicas da madeira permite o correto dimensionamento dos diversos componentes que formam o conjunto estrutural da madeira.

Para Moura (1986), a capacidade de resistir às tais forças depende de várias características da madeira, mas as que mais influenciam são a massa específica e teor de umidade. Este mesmo autor, relata ainda que madeiras de maior massa específica apresentam maiores resistências mecânicas. Além desses fatores, existem outros ligados à origem da variação das propriedades mecânicas, sendo eles, a velocidade da aplicação da carga, a duração da carga, defeitos intrínsecos à madeira (fendas, nós, inclinação do fio), lenho juvenil e até mesmo a temperatura.

Dias e Larh (2004), observaram em madeiras tropicais, um ajuste adequado ao modelo de potência para a relação entre massa específica aparente e certas propriedades mecânicas como: a resistência à compressão e tração paralela às fibras, resistência ao cisalhamento, resistência no ensaio de flexão estática, módulo de elasticidade na compressão, na tração paralela às fibras e na flexão estática, além de dureza, normal e paralela às fibras, e tenacidade.

As características mecânicas da madeira podem ser conceituadas pela avaliação da resistência e elasticidade da madeira a um determinado esforço da natureza mecânica. As propriedades mecânicas avaliam duas direções principais: paralela e normal às fibras, e normalmente mensuradas considerando-se a resistência e a rigidez, que reporta a proporcionalidade existente entre tensões e respectivas deformações específicas na fase de comportamento elástico-linear (LEONELLO, 2011). A necessidade de se determinar a resistência em várias direções em relação à direção das fibras e dos anéis de crescimento é imposta pela condição de material anisotrópico e heterogêneo.

De acordo com FAO (2010), existem diversos tipos de ensaios mecânicos para determinar a capacidade da madeira de resistir à ação de forças aplicadas, que possam modificar seu tamanho e forma, definindo o comportamento da madeira sob forças ou cargas aplicadas. Os ensaios são realizados com pequenos corpos-de-prova, isentos de defeitos e com fibras bem orientadas, deve-se levar em consideração que na utilização em serviço, pode ocorrer nas peças desvios de grã nos elementos estruturais, o que pode vir a acarretar na diminuição dos valores reais dos esforços a que as peças possam resistir quando em uso (OLIVEIRA, 2007).

Os corpos-de-prova para ensaios mecânicos da madeira devem seguir padrões de medidas já estabelecidos pelas normas propostas, conforme ensaio ao qual se deseja. A seguir é explanado, de maneira sucinta, os ensaios realizados neste estudo, sendo eles: ensaio de resistência a compressão paralela às fibras, flexão estática, cisalhamento e dureza Janka.

2.5.4.1 Compressão paralela às fibras

A propriedade mecânicas da madeira de compressão paralela às fibras ou resistência a compressão axial às fibras tem boa correlação com quase todas as demais propriedades mecânicas da madeira e é o parâmetro essencial na classificação estrutural da madeira.

A resistência à compressão paralela às fibras, ou compressão axial, incide na determinação da resistência e da rigidez de um lote de madeira considerado homogêneo e é dada pela máxima tensão de compressão que pode atuar na madeira (SCANAVACA JUNIOR; GARCIA, 2004).

Quando a peça é solicitada por compressão paralela às fibras, as forças agem paralelamente à direção dos elementos anatômicos responsáveis pela resistência, o que confere uma grande resistência à madeira (CALIL; LAHR; DIAS, 2003).

A resistência à compressão depende da massa específica da madeira e aumenta com o aumento dessa, sendo também relacionada com a espécie, teor de umidade e com esforço aplicado paralelamente ou perpendicularmente as fibras da madeira, sendo o paralelo muito maior (OLIVEIRA, 2007).

2.5.4.2 Flexão Estática

A resistência à flexão é uma das mais importantes propriedades mecânicas da madeira quando utilizada para a construção, sendo fator principal na construção de pontes, telhados, construções marítimo e em todas as demais construções de madeiras (OLIVEIRA, 2007). Segundo Lima Junior *et al.* (2008), no ensaio de determinação da resistência à flexão estática da madeira, uma carga é aplicada tangencialmente aos anéis de crescimento na metade do comprimento de um corpo-de-prova apoiado nos extremos, para causar tensões e deformações necessárias até a ruptura.

Uma viga sofre uma tensão à flexão, estando apoiadas em suas duas extremidades, com uma carga aplicada no meio do vão e curva-se para baixo pela influência dessa força, cria-se um lado convexo que apresenta a tensão à tração, enquanto no lado côncavo da viga apresenta a tensão, a compressão (JAVARINI, 2011).

Ainda de acordo com o mesmo autor, defeitos como nós, fibras revessas, rachaduras e outros defeitos reduzem a resistência à flexão, tendo assim, grande influência na resistência à flexão. Quanto mais esses defeitos se aproximam do centro da viga, cada vez mais reduzem sua resistência, e quando encontrados do lado convexo (da tração) da viga, mais fraca torna-se a viga ao invés do lado côncavo (da compressão).

O módulo da resistência e o módulo de elasticidade à flexão são obtidos simultaneamente no ensaio de um mesmo corpo de prova. O módulo de resistência da madeira à flexão, MOR, é um valor convencional fornecido pela máxima tensão normal que pode atuar em um corpo de prova no ensaio de flexão simples e é calculado com a hipótese da madeira ser um material homogêneo e isotrópico (SCANAVACA JUNIOR; GARCIA, 2004). A determinação do módulo de elasticidade (MOE) fornecerá a rigidez da madeira e, com isso, a capacidade da madeira de resistir à deformação, quando sujeita aos esforços de flexão (OLIVEIRA, 2007).

2.5.4.3 Cisalhamento

Consiste na separação das fibras, dada por uma força aplicada no sentido paralelo das mesmas. A resistência ao cisalhamento é de 3 a 4 vezes maior no sentido transversal, do que no sentido paralelo às fibras, e é muito presente em

vários tipos de ligações de vigas de suporte, travessas, madeiras cavilhadas e outras (MOURA, 1986).

Para Melo (2010), considerando as três direções principais da madeira, o cisalhamento, ocorrem com o deslizamento paralelo das fibras e o cisalhamento perpendicular às fibras ocorre na direção de corte das fibras ou na direção de rolamento das fibras, apesar de algumas normas recomendarem que o ensaio de cisalhamento paralelo às fibras seja feito com 50% dos corpos-de-prova no plano tangencial e 50% no plano radial, a variação da resistência não é significativa em termos de utilização estrutural.

De acordo com Oliveira (2007), esta propriedade aumenta com o aumento da massa específica e tem por principais exemplos de peças expostas a estes esforços as vigas, os entalhes e as juntas, ainda segundo o mesmo autor, a madeira com teor de umidade acima de 28% é por volta de 30% menos resistente ao cisalhamento que aquela seca ao ar.

2.5.4.4 Dureza Janka

A dureza pode ser definida como a capacidade da madeira resistir à abrasão superficial, além de fornecer uma noção da resistência ao desgaste, este método também mede a resistência da madeira a penetração de ferramentas, sendo importante instrumento de escolha de madeiras para usos estruturais, as quais deverão sofrer grandes interferências por ferramentas cortantes, e que precisam ser furadas e principalmente pregadas (PARTELINI, 2011). Na avaliação de madeiras para diversos usos, a dureza Janka evidencia-se, também, como propriedade de interesse e fácil mensuração em condições de campo.

Consiste na penetração de uma semi-esfera na direção paralela e perpendicular às fibras, esta propriedade possui uma boa correlação com as propriedades de resistência da madeira sendo utilizada também na comparação de propriedades entre espécies (MELO, 2010).

2.6 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

O número de espécies florestais com potencial madeireiro é enorme. Para tanto se faz necessário fazer a classificação que poderá tentar agrupar as espécies por características ecológicas e silviculturais similares que possibilitaria a definição de metodologias e práticas aplicáveis a cada grupamento (FERRAZ, 2004).

De acordo com Araújo (2007), o pleno conhecimento das propriedades da madeira é essencial na hora da sua classificação e agrupamento. Para tanto, inúmeros processos são adotados. Um deles, que vem sendo bastante usado, é a análise multivariada para agrupar espécies com propriedades físico-mecânicas de madeiras similares.

Lopes *et al.* (2004) corroboram que a análise multivariada é um dos processos mais utilizados, e que, além de ser aplicada para seleção de árvores com base nas propriedades físico-mecânicas da madeira, a técnica é uma ferramenta amplamente empregada nas análises estruturais de florestas, principalmente para estudos fitossociológicos.

De acordo com Nascimento, Garcia e Díaz (1997), a análise estatística multivariada é composta por métodos estatísticos que tem por objetivo descrever e analisar dados que incluem simultâneas medidas de muitas variáveis juntas, que provavelmente, esclarece uma complexidade de um sistema e em particular de algum fenômeno.

Johnson e Wichern² (1988 citado por Nascimento, Garcia e Díaz 1997) mencionam que a análise multivariada, aplica-se quando o objetivo da investigação científica pode ser obtido através da redução de dados ou simplificação estrutural, classificação e agrupamento, investigação da dependência entre variáveis, previsões, e construção de testes de hipóteses.

Para Sartorio (2008), a análise multivariada faz menção a um número alto de métodos e técnicas que se utilizam de informações de todas as variáveis respostas na interpretação da junção de dados, levando em conta as ligações entre si.

O objetivo da análise multivariada para Fortes *et al.* (2008), é unir qualquer tipo de unidade amostral em vários grupos, por algum critério de classificação, de modo que tenha uma homogeneidade dentro de um grupo e heterogeneidade entre grupos.

Ainda de acordo com estes autores, o uso da análise multivariada, fica privado aos centros de pesquisa, nas grandes empresas e ao ambiente acadêmico. Além disso, as principais barreiras para a utilização dessas técnicas e o seu desconhecimento pelos pesquisadores interessados na pesquisa quantitativa.

Para Omi, Wensel e Murphy (1979), um procedimento de estatística multivariada é apresentado para classificar uma coleção de diversas unidades,

² Johnson, R. A. e D.W. Wichern. **Applied multivariate statistical analysis**. 2a ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 607p, 1988.

abrangendo uma extensa área florestal, em zonas homogêneas para fins de planejamento de gestão da terra.

Em sua maioria, os testes estatísticos são levados em conta apenas uma variável, variável esta que é importante no estudo dos dados amostrais. Entretanto, em vários casos é necessário levar em consideração a análise de diversas variáveis e de forma aleatória e simultânea com o intuito de tentar abranger aspectos para um exame mais simplificado (AYRES, 2007).

São consideradas técnicas eficientes na classificação de dados multivariados, as análises discriminantes e de agrupamento, relacionadas com a separação de espécies distintas e sua posterior alocação em agrupamentos pré-definidos (LOBÃO *et al.*, 2010).

A análise de agrupamento é a técnica que cria os agrupamentos a partir das informações contidas nos dados e a análise discriminante, é que aloca indivíduos (árvores) a classes previamente estabelecidas (LOPES, 2003).

Ainda de acordo com o mesmo autor, as análises de agrupamento, também conhecidas como técnicas de classificação consistem em dividir o sistema multidimensional em compartimentos ou células, em cada um dos quais se reúnem os pontos que apresentam maior similaridade entre si. A análise discriminante, conhecida como discriminante linear de Fisher, reduz o número de variáveis para um número menor de parâmetros, que são funções discriminantes linearmente dependentes das variáveis originais.

Sartorio (2008) afirma que o uso das técnicas multivariadas pode aperfeiçoar a qualidade das pesquisas, pode promover uma economia de tempo e de custo, e auxiliar a interpretação das estruturas dos dados, diminuindo assim a perda das informações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida para essa pesquisa foi a regional Tarauacá-Envira no Estado do Acre. A definição dessa regional para tal finalidade se justifica pelo fato de a mesma possuir três Florestas Estaduais de grande importância para o Estado, todas criadas em 2004. São elas: Floresta Estadual do Mogno, cuja unidade possui 140 mil hectares e deve receber atividades de manejo de mogno, além de manter a população em seus locais de moradia e proteger a área contra atividades predatórias ou ilegais nesta região de influência da BR 364; a Floresta Estadual do Rio Gregório com 213 mil hectares, e visa proteger a área e os seus moradores; e a Floresta Estadual do Rio Liberdade, estabelecida a partir do programa de desenvolvimento do estado, ocupando uma área de 120 mil hectares e assegurando aos moradores o direito de permanecerem no local, além de regularizar a situação fundiária e proteger a floresta do desmatamento (AMAC, 2014).

As espécies foram selecionadas em duas destas unidades de conservação, a Floresta Estadual do Mogno e a Floresta Estadual do Rio Gregório, devido a maior ocorrência das espécies de interesse do trabalho. A Figura 1 apresenta o mapa das unidades de conservação selecionadas para o estudo.

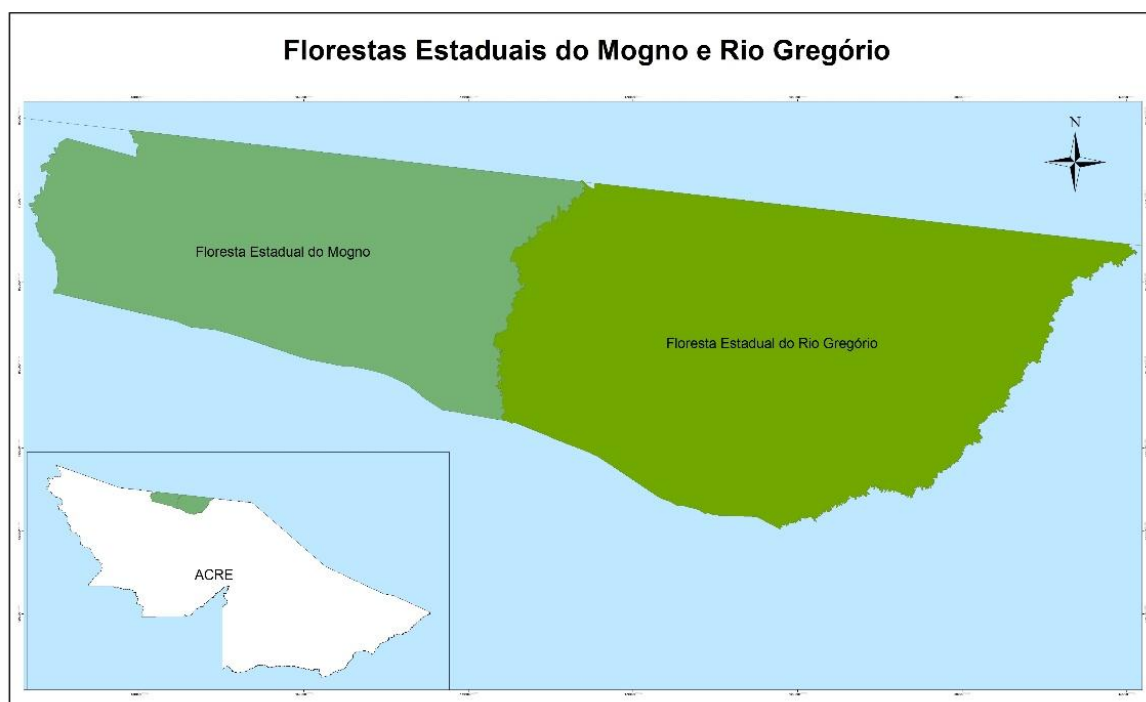


FIGURA 1 - MAPA DAS ÁREAS DE COLETA DO MATERIAL. FLORESTAS ESTADUAIS DO RIO MOGNO E GREGÓRIO
FONTE: AUTORA

3.2. DADOS PRIMÁRIOS

3.2.1 Escolha das espécies

A seleção das espécies madeiras caracterizadas nesta pesquisa foi realizada com base na lista de planos de manejo comunitário que não tinham informações tecnológicas na literatura e por não possuírem referência do nome comum no documento de origem florestal (DOF), além de serem de interesse para a classe moveleira na região de estudo. Este interesse foi manifestado em reuniões anteriormente realizadas, definindo as espécies mais importantes na indicação do seu potencial de uso em função de sua importância em um mercado futuro para o setor.

Por meio dos dados digitais fornecidos pela empresa responsável pela elaboração do plano de manejo florestal das florestas estaduais, produziu-se um mapa de fundo para receptor de GPS com uso dos programas: GPS Trackmaker Pro (junção dos arquivos em formato Shape e conversão para o formato dbx), Mapdekcode (conversão dos dados em dbx para imagem) e Sendmap (envio dos dados ao receptor de GPS). A confecção do mapa de fundo objetivava favorecer a localização das árvores por meio de informações do lote, unidade de trabalho e árvores inventariadas. Ainda no uso das referidas informações, foram selecionadas as espécies: Gitó, pau garrote, amesclão (breu amescla), quaruba (cambara) e cinzeiro. Por meio de indicações realizadas por pessoas da comunidade e técnicos envolvidos na atividade de manejo florestal foram incluídas as espécies angelim preto, maúba, gema de ovo e merda de gato. Vale a pena salientar que as espécies gema de ovo, maúba, angelim preto e merda de gato não foram inventariadas ou foram excluídas pela equipe que processou os dados das planilhas que constavam as árvores inventariadas, por não ser de conhecimento desta como comercial e pelo princípio que o inventário deve ser realizado apenas para árvores de interesse econômico.

3.2.2 Georreferenciamento das árvores de interesse

Após a seleção das espécies de interesse, foi realizado o georreferenciamento das árvores utilizando-se um receptor de GPS modelo Map 76 Csx da Garmin.

Para amostragem foi determinado um número de no mínimo (5) cinco indivíduos por espécie, por ser comum a seleção e não extração de indivíduos quando se observa algum risco, como queda em área de preservação permanente, risco para a equipe ou presença de oco que impossibilite o aproveitamento. Em ficha de coleta foram registradas (FIGURA 3) informações, como: data, local, coordenadas, foto, coletor, espécie, nome vernacular, número da coleta, número da amostra, hábito, altura, CAP, base, fuste, casca (desprendimento, cor, espessura, cheiro), alburno (cor), folhas (cor, consistência, fases), flores e frutos. Abaixo segue registro fotográfico.

Identificação de espécies florestais nativas		
Local de coleta:	Nº da coleta:	Data: A
Coletor:	Nº da amostra:	Arvore:
Espécie:	Nome vernacular:	Coordenadas:
HABITO: (...) árvore () erva () cipó () epífita () hemiepífita Altura: DAP:		
Observação:		
BASE: reta (...) digitada () dilatada () raízes () sapopemas () com raízes aéreas		
FUSTE: Cilíndrico (...) Cônico () Tortuoso () acanalado		
CASCA: Ritidoma (...) Liso () Rugoso () sujo ou áspero () reticulado Fissurado () Fendido () Estriado () Lenticelado () com presença de lenticelas. Desprendimento: Placas lenhosas (...) Com depressões () escamoso () estolante papiráceo () estolante coriáceo ()		
Cor:	Espessura:	Observação:
Casca morta: () simão ()	Cor:	Espessura:
Casca viva: Cor:	Cheiro:	Espessura:
Presença de acúleos (...) Presença de espinhos (...) Observação:		
ALBURNO: esbranquecido	Cor:	Espessura:
EXSUDADO – após exposição ao ar torna-se:	Cor:	Consistência:
FOLHAS: Cor:	cor: color ()	discolor ()
Consistência:	(...) cartacea	(...) carnosas
() membranacea /compostas	(...) coriacea	
Fase abaxial	Fase adaxial	Odon: cheiro forte
FLORES: Cor: Cálice	Corola:	Odon:
FRUTOS: Carnosos (...) secos () deiscentes () indeiscentes		



FIGURA 2 - GEORREFERENCIAMENTO DAS ÁRVORES DE INTERESSE
FONTE: AUTORA

As descrições das exsicatas e dos aspectos e formas do fuste, casca e ramos, foram compiladas para compor a caracterização de campo das espécies.

3.2.3 Coleta do material vegetativo e produção das exsicatas

Para coleta do material vegetativo, escalou-se as árvores com uso de esporas quando estas apresentavam poucos galhos e diâmetro favorável para deslocamento do tirante em y e do talabarte, ou por meio de cordas para ascensão quando a condição citada não era observada (FIGURA 3). Ao se chegar a altura de acesso ao material, foi utilizado um podão com cabos encaixáveis e com lâmina cortante na extremidade para extrair os ramos. Os ramos foram obtidos em quantidade suficiente para se produzir (5) cinco exemplares por árvore.



FIGURA 3 - ESCALADA POR MEIO DE ESPORA (A) E POR MEIO DE CORDAS (B).
FONTE: AUTORA

Após a coleta e produção dos cinco exemplares, ainda em campo, o material foi colocado em jornais e separado por exemplar. No jornal registrou-se a data, local, amostra e o coletor, onde após o registro destas informações, os exemplares foram colocados em prensa de madeira, separando-se por árvore com uso de papelão (FIGURA 5). Após retorno do campo, o material foi aspergido com álcool 70% e armazenado em sacos plásticos vedados para evitar a evaporação do álcool e garantir a preservação do material.



FIGURA 4 - SEPARAÇÃO DOS EXEMPLARES (A) MONTAGEM DAS PRENSAS DE MADEIRA (B).
FONTE: AUTORA

Foram coletados materiais vegetativos para produção de cinco (5) exsicatas por árvore, sendo 3 árvores por espécie com exceção da Merda de Gato com apenas uma (01) exsicata e uma árvore, totalizando 121 exsicatas.

Na Tabela 4 são apresentadas as informações das espécies selecionadas para a execução da identificação botânica.

TABELA 4 – ÁRVORES SELECIONADAS NAS FLORESTAS ESTADUAIS DO RIO GREGÓRIO E MOGNO PARA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES PREVISTAS NO TRABALHO.

Local de coleta	UT	Nome Vernacular	Placa	Amostra	Altura (m)	CAP (cm)	X	Y	Zona
FE Gregório	113	Angelim Preto	11	6	37	374	251602	9110235	19L
FE Gregório	113	Angelim Preto	368	5	35	234	251761	9110492	19L
FE Gregório	99	Quaruba	132	1	22	339	258880	9109776	19L
FE Gregório	118	Quaruba	116	4	25	248	249567	9112361	19L
FE Gregório	118	Quaruba	108	5	30	225	249404	9112368	19L
FE Gregório	118	Quaruba	353	2	35	316	249459	9111940	19L
FE Gregório	118	Quaruba	202	3	22	210	249694	9112191	19L
FE Gregório	104	Pau Garrote	59	4	18	285	255846	9109726	19L
FE Gregório	104	Pau Garrote	603	5	18	230	255970	9110202	19L
FE Gregório	104	Pau Garrote	7	3	23	260	255754	9109653	19L
FE Gregório	104	Pau Garrote	49	1	14	230	255742	9109750	19L
FE Gregório	104	Pau Garrote	638	2	20	273	256272	9110169	19L
FE do Mogno	113	Gema de Ovo	313	2	14	191	182025	9134262	19M
FE do Mogno	158	Gema de Ovo	206	5	18	207	181956	9134531	19M
FE do Mogno	157	Gema de Ovo	144	4	13	214	182111	9134795	19M
FE do Mogno	157	Gema de Ovo	183	3	17	162	182352	9134584	19M
FE do Mogno	157	Merda de Gato	sem placa	1	16	141	189316	9131706	19M
FE do Mogno	137	Maúba	6	1	18	480	189354	9132374	19L
FE do Mogno	137	Maúba	7	2	19	405	189370	9132439	19L
FE do Mogno	137	Maúba	8	3	25	210	189657	9132456	19L
FE do Mogno	136	Maúba	9	4	20	439	190028	9132276	19M
FE do Mogno	136	Maúba	10	5	17	410	189909	9132261	19M

Continua

Local de coleta	UT	Nome Vernacular	Placa	Amostra	Altura (m)	CAP (cm)	X	Y	Zona
FE do Mogno	58	Cinzeiro	370	3	26	268	219917	9122652	19M
FE do Mogno	58	Cinzeiro	327	2	24	220	245360	9112324	19L
FE do Mogno	58	Cinzeiro	328	1	25	186	219918	9122650	19M
FE do Mogno	58	Angelim Preto	2-funtac	2	35	239	182347	9134813	19M
FE do Mogno	58	Angelim Preto	3	4	25	232	182449	9135280	19M
FE do Mogno	58	Angelim Preto	377-app	3	14	172	182449	9135280	19M
FE do Mogno	58	Cinzeiro	336	4	25	188	220062	9122581	19M
FE do Mogno	58	Cinzeiro	443	5	22	200	219843	9122471	19M
FE do Mogno	58	Gema de ovo	01 funtac	1	19	258	220294	9122267	19M
FE Gregório	113	Breu-mescla	507	2	25	210	251603	9110287	19L
FE Gregório	113	Breu-mescla	444	3	27	237	251541	9110418	19L
FE Gregório	113	Breu-mescla	480	4	35	270	251463	9110404	19L
FE Gregório	113	Breu-mescla	317	5	27	198	251703	9110560	19L
FE Gregório	100	Gitó	280	5	25	220	258289	9110025	19L
FE Gregório	100	Breu-mescla	297	1	35	310	258370	9109970	19L
FE Gregório	100	Gitó	812	3	12	200	257867	9109717	19L
FE Gregório	100	Gitó	874	1	24	274	258311	9110038	19L
FE Gregório	100	Gitó	742	2	25	242	257951	9109740	19L
FE Gregório	99	Gitó	114	4	16	207	258886	9109805	19L

Após a coleta botânica, o material coletado foi levado à estufa com circulação de ar forçada, localizada na coleção de referência da FUNTAC e mantido sob temperatura de 40°C (FIGURA 5) até obter uma consistência quebradiça, perceptível ao se passar à mão cuidadosamente pelo limbo das folhas. As folhas de jornais foram sendo trocadas a medida que se observava acúmulo de umidade.



FIGURA 5 – SECAGEM DO MATERIAL BOTÂNICO EM ESTUFA.

Após secagem dos exemplares, foi utilizado material bibliográfico de referência, para realizar uma pré-identificação, e em seguida foi utilizada uma planilha (APÊNDICE2), com informações referentes às exsicatas para servir de orientação ao curador do herbário responsável pela identificação. Posteriormente, foram selecionados (3) três exemplares por árvore e juntamente com as planilhas impressas foram enviados para identificação definitiva no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

A identificação foi feita por comparação com amostras pré-determinadas por especialistas botânicos, depositadas nos herbários e com a caracterização descrita nas revisões taxonômicas de Prance e Mori (1979) e Mori e Prance (1990). Foram considerados indivíduos férteis (com flores e/ou frutos), quando possível para fins de identificação e confecção de exsicatas.

Após a identificação foi feita a seleção de apenas 04 (quatro) espécies. Essa seleção se deu devido ao material botânico não encontrar-se fértil para a identificação botânica. Abaixo (TABELA 5) estão descritas as espécies que foram possíveis de se realizada a identificação.

TABELA 5 - ESPÉCIES SELECIONADAS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Nome Vernacular
Breu amescla
Cinzeiro
Gitó
Quaruba

3.3 ABATE DAS ÁRVORES

Após o georreferenciamento e após a identificação correta das espécies foi realizada a seleção das árvores que iriam ser abatidas para posterior coleta de material para a realização dos ensaios. A coleta se deu com o abate das árvores com o uso de motosserra e técnicas de manejo de impacto reduzido realizado por pessoal treinado e devidamente equipado para tal atividade.

Após o abate coletaram-se informações dendrométricas da árvore abatida e posteriormente realizou-se o traçamento do fuste em três seções (base, meio e topo).

O material foi posteriormente tratado com preservante pentrol para evitar o ataque de cupins até serem levados a uma marcenaria para o corte dos corpos de prova para a realização dos ensaios.

3.4 CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E VOLUMETRIA

Após o abate das árvores foi realizada a cubagem das toras para obtenção dos volumes com casca, seguindo as recomendações de Machado e Figueiredo Filho (2003). Os volumes foram determinados a partir da altura e DAP médio da base e topo do fuste das árvores. A Figura 6 demonstra a coletados dados.

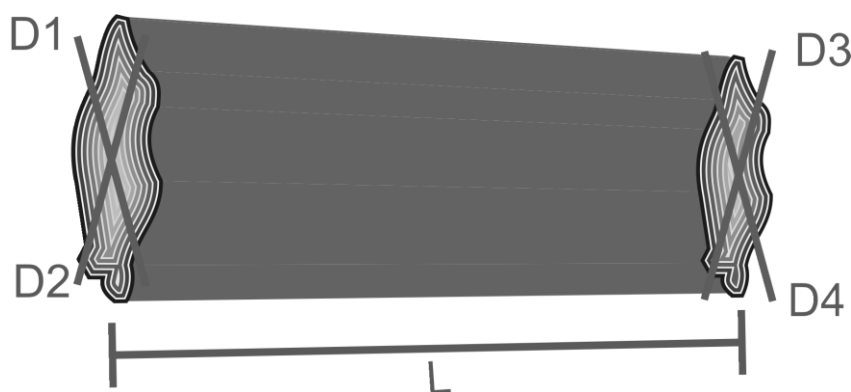


FIGURA 6 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA MENSURAÇÃO DA TORA PARA CÁLCULO DOS DADOS VOLUMÉTRICOS.
FONTE: PONTES (2007).

Para a determinação do volume foi utilizada a resolução Nº 411, de 6 de maio de 2009 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, que relata que para se efetuar a

cubagem deve-se adotar o método geométrico para cubagem de toras, utilizando a fórmula de Smalian.

$$\text{Equação 1: } V = 0,7854 \times [(D_b + D_t)/2]^2 \times L$$

Onde:

V: volume em m³

Db: Diâmetro da base em m

Dt: Diâmetro do topo em m

L: Comprimento em m

Para comparar os métodos de se estimar o volume das árvores em um Plano de Manejo Florestal Sustentável, procedeu-se a comparação do volume real (volume cubado), com o fator de forma:

$$\text{Equação 2: } f = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}}$$

Onde:

V_{real} = Volume real (volume cubado) em m³

O volume do cilindro ($V_{cilindro}$) foi obtido de acordo com a equação 3:

$$\text{Equação 3: } V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$$

Onde:

V: Volume (m³)

d: Diâmetro (m)

h: Altura (m)

E a equação de Cavalcanti *et al.* (1990):

$$\text{Equação 4: } V = 0,000105 \times d^{1,957} \times h^{0,7515}$$

Onde:

V: Volume (m³)

d: Diâmetro a altura do peito – DAP (m)

h: Altura (m)

A equação 4 foi ajustada através do modelo de Schumacher e Hall³ (1933 citado por SILVA *et al* 2009).

Por meio dos dados digitais fornecidos pela empresa responsável pela elaboração do Plano de manejo florestal madeireiro, foi possível calcular a volumetria das espécies em estudo nas duas áreas escolhidas e posterior comparação com os dados coletados em campo usando a fórmula de Smalian.

3.5 IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA MADEIRA

Para a realização da identificação macroscópica da madeira foram retiradas cunhas contendo casca, cerne e alburno, que foram transformados em pedaços de aproximadamente 10 cm x 5 cm x 2 cm, com a presença de cerne e alburno. Para descrição macroscópica das espécies deste trabalho os procedimentos seguiram as orientações de Muniz e Coradin (1991).

Foram realizadas as observações das características gerais da madeira e, com o auxílio de um estilete ou micrótomo, foi feito cortes nas superfícies transversal, tangencial e radial das amostras, sendo observadas e descritas as estruturas anatômicas com o uso de uma lupa com o aumento de 10 vezes, ou de um estereomicroscópio, cujo aumento pode variar de 8 a 56 vezes, que, através de um dispositivo fotográfico e um programa denominado DP2-BSW, foi possível capturar as imagens da identificação, além de se fazer uma comparação macroscópica dos resultados utilizando o software INTKEY (*Interactive identification keybased on characters and macroscopic features*).

3.6 COLETA DE MATERIAL PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS

Das toras seccionadas do fuste nas diferentes posições longitudinais (base, meio e topo), retirou-se discos com espessura de 12 cm ao longo do fuste comercial. Este material foi numerado e etiquetado (APÊNDICE 2) para posterior utilização no laboratório da madeira na Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC para a confecção de corpos-de-prova para e realização dos ensaios físicos de massa específica e retratibilidade da madeira. A Figura 7 apresenta o esquema de retirada da madeira ao longo do fuste comercial.

³SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v.47, n.9, p.719-734, 1933.

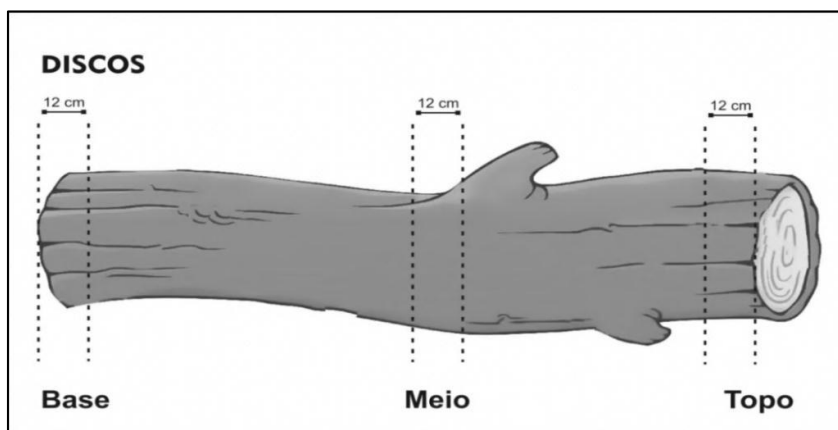


FIGURA 7 - ESQUEMA DE RETIRADA DOS DISCOS AO LONGO DO FUSTE COMERCIAL.
FONTE: AUTORA

Após o corte dos discos, estes eram acondicionados em sacos plásticos para manter o teor de umidade encontrado em campo até posterior corte em marcenaria.

A Figura 8 apresenta o processo de acondicionamento do material coletado em campo.



FIGURA 8 - ACONDICIONAMENTO DOS DISCOS EM CAMPO.

3.6.1 Desdobro dos discos

Os discos obtidos em campo foram desdobrados em marcenaria com auxílio de serra circular e plaina conforme a Figura 9.



FIGURA 9 - DESDOBRAMENTO DOS DISCOS PARA A CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA PARA A REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FÍSICOS.

3.7 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

A determinação das propriedades físicas foi realizada de acordo com as seguintes normas:

- Norma COPANT 461/1972 – *Método de determinación del peso específico aparente*;
- Norma COPANT 462/1972 – *Método de determinación de la contracción*;

3.7.1 Massa específica básica

Os procedimentos referentes à coleta de dados do volume saturado e massa a 0% seguiram as recomendações da Norma COPANT 461/1972 – *Método de determinación del peso específico aparente*. Dos discos foram confeccionadas 2 cunhas opostas que tinham sido numeradas no sentido horário de acordo com a Figura 10.



FIGURA 10 – SECCIONAMENTO DE DISCOS PARA A REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA.

A massa específica básica foi calculada utilizando a seguinte relação:

$$\text{Equação 5: } \rho_{\text{básica}} = \frac{P_{0\%}}{V_{\text{saturado}}}$$

Onde,

$\rho_{\text{básica}}$ = Massa específica básica (g/cm³)

$P_{0\%}$ = Peso seco em estufa a 103 ± 2° C (g)

V_{saturado} = Volume saturado (cm³)

Abaixo na Figura 11 pode-se observar o procedimento para a determinação da massa específica.

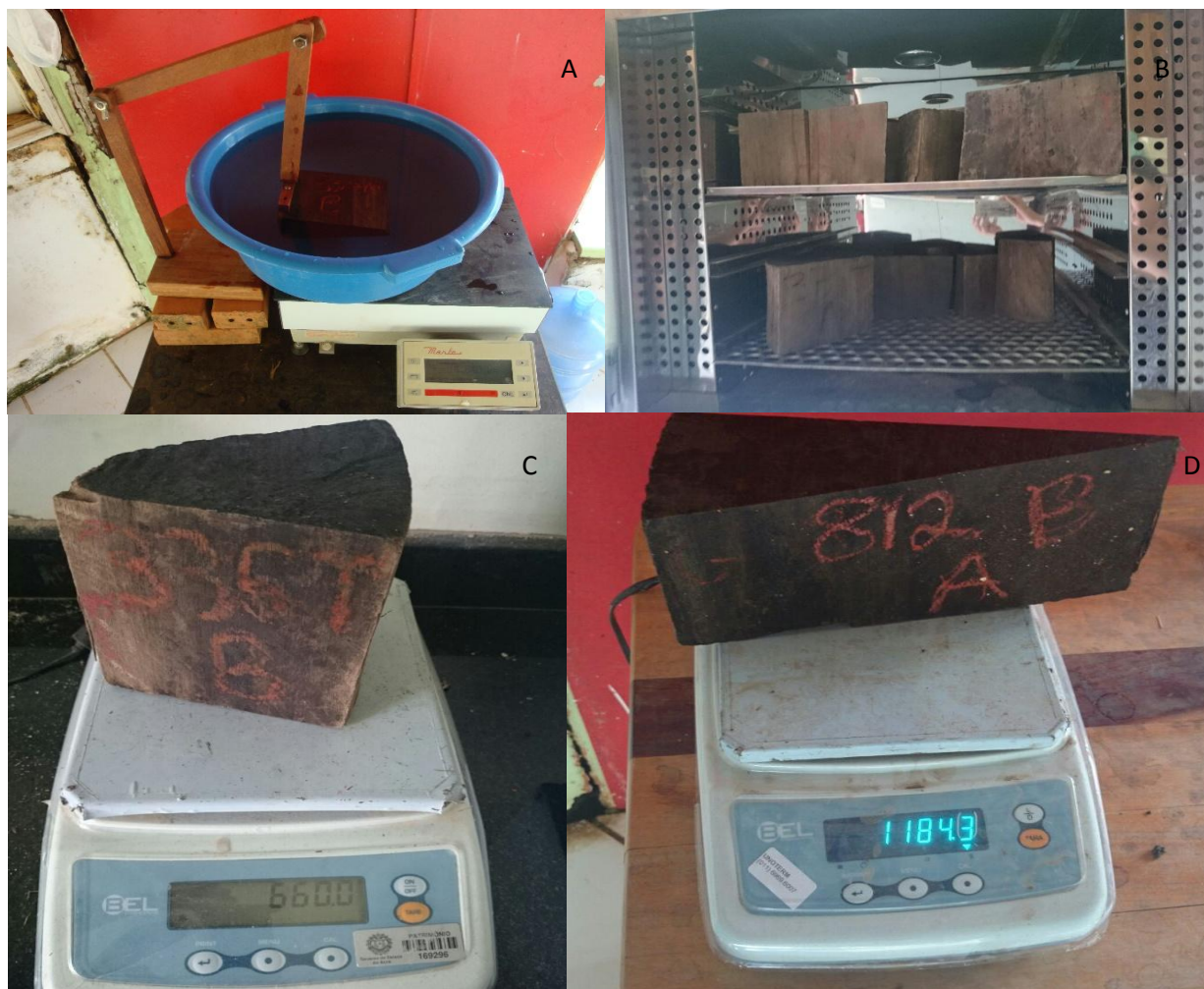


FIGURA 11 – PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA. A: DISPOSITIVO PARA COMPLETA IMERSÃO DOS DISCOS DE MADEIRA; B: SECAGEM DOS DISCOS EM ESTUFA DE CIRCULAÇÃO DE AR FORÇADA; C: DETERMINAÇÃO DO PESO SECO, E; D: PESO SATURADO DAS AMOSTRAS.

3.7.2 Retratibilidade

Para o estudo das propriedades de estabilidade dimensional foram confeccionados corpos de prova retirados de amostras obtidas dos discos ao longo do fuste das árvores coletadas. Destes discos foram confeccionados, um filete de uma extremidade a outra com espessura de 2,5 cm e o comprimento de 10 cm após os discos serem plainados, diferente das medidas da COPANT que são de 5x5x10 cm. Abaixo se pode observar o esquema de retirada dos corpos-de-prova para ensaios.

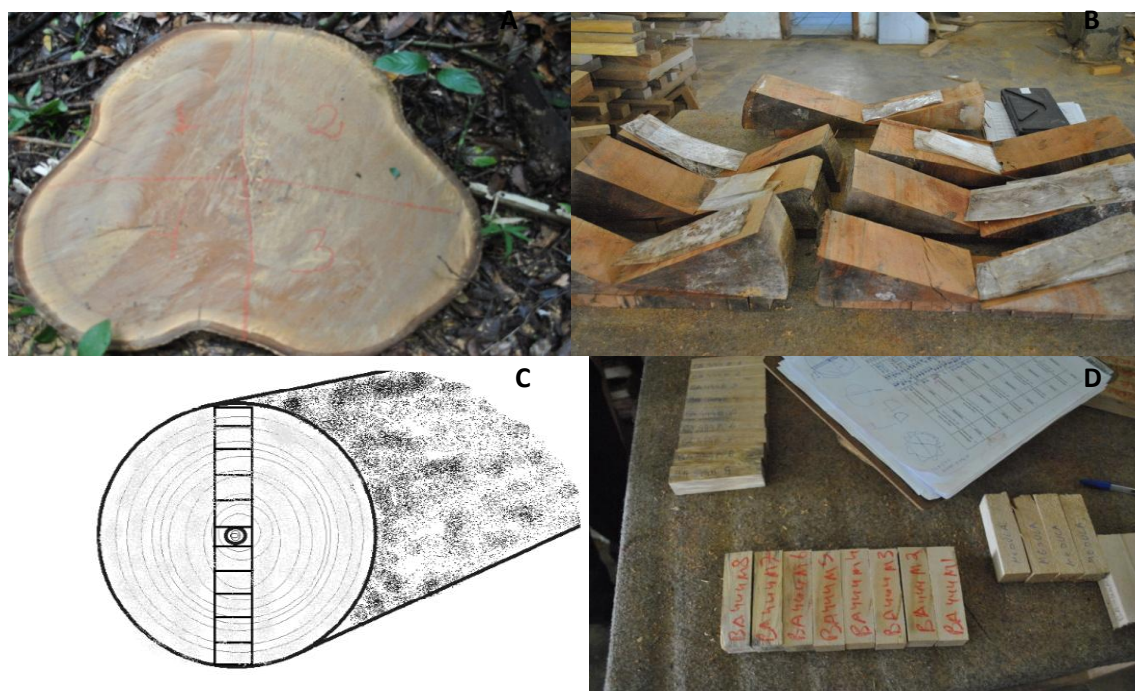


FIGURA 12 - ESQUEMA DE RETIRADA DOS CORPOS-DE-PROVA PARA O ENSAIO DE RETRATIBILIDADE. A: DISCO RETIRADO; B: CUNHAS OPOSTAS; C: FILETES; D: CORPO-DE-PROVA PRONTO.

Foram ensaiados um total de 136, 125, 139 e 114 corpos de prova para as espécies breu, gitó, quaruba, e cinzeiro, respectivamente. Foram identificadas as faces radial, tangencial e longitudinal e também foi feito uma marcação para que as mensurações nos corpos de prova fossem realizadas sempre nas mesmas posições para as diferentes condições de umidade (FIGURA 13).



FIGURA 13 – IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS DE RETRATIBILIDADE. A: MARCAÇÃO E B: MENSURAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA A REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE RETRATIBILIDADE.

A mensuração das faces tangenciais e radiais foram aferidas com a utilização de um micrômetro (0,001mm), e a face longitudinal foi medida com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

As amostras foram pesadas em balança digital de precisão 0,01 g, para a obtenção do peso inicial (verde). Em seguida foram levadas para estufa em temperatura de 40°C, e a cada 24h era realizado o acompanhamento através de pesagens. A cada pesagem a temperatura era aumentada gradualmente para 60°C, 70°C, 90°C e 103°C até atingirem o peso seco (massa constante), considerado quando a diferença entre a última pesagem e a anterior fosse igual ou menor que 0,3%. (FIGURA 14).



FIGURA 14 – A: PESAGEM DAS AMOSTRAS; B: SECAGEM DAS AMOSTRAS EM ESTUFA.

Após as amostras atingirem peso seco em estufa, os corpos de provas foram resfriados em dessecador para evitar a absorção de umidade do ambiente. Uma vez alcançada à temperatura ambiente, repetiu-se o procedimento de medição das faces radial, tangencial e longitudinal, para adquirir as dimensões das amostras na condição seca.

Após a coleta de dados, os mesmos foram tabulados em planilha Excel 2010 para posterior aplicação de fórmulas para o cálculo da retratibilidade.

As fórmulas utilizadas para a contração total foram as seguintes:

a) Cálculo da contração tangencial total

$$\text{Equação 6: } C_{tt} = \frac{d_{vt} - d_{sht}}{d_{vt}} \times 100$$

Onde:

C_{tt} = contração no sentido tangencial da amostra no estado verde (%);

d_{vt} = dimensão tangencial da amostra no estado verde (mm);

d_{sht} = dimensão tangencial da amostra no estado seco (mm).

b) Cálculo da contração radial total

$$\text{Equação 7: } C_{rt} = \frac{d_{vr} - d_{shr}}{d_{vr}} \times 100$$

Onde:

C_{rt} = contração no sentido radial da amostra no estado verde (%);

d_{vr} = dimensão radial da amostra no estado verde (mm);

d_{sr} = dimensão radial da amostra no estado seco (mm).

c) Cálculo da contração longitudinal total

$$\text{Equação 8: } C_{lt} = \frac{d_{vl} - d_{shl}}{d_{shl}} \times 100$$

onde:

C_{lt} = Contração no sentido longitudinal da amostra no estado verde, em porcentagem;

d_{vl} = dimensão longitudinal da amostra no estado verde (mm);

d_{shl} = dimensão longitudinal da amostra no estado seco (mm).

d) Contração volumétrica total

$$\text{Equação 9: } C_{vt} = C_{tt} + C_{rt} + C_{lt}$$

Onde:

C_{vt} = Contração volumétrica das amostras do estado verde ao seco(%).

3.8 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA

Para a determinação das propriedades mecânicas da madeira foram retirados blocos das árvores abatidas com dimensões de 100x20x10cm e 135x15x15cm (comprimento, largura e espessura, respectivamente) de todas as posições longitudinais. Os blocos foram marcados com giz de cera e tinta spray para posterior identificação em laboratório. Abaixo pode-se observar o abate das árvores e a secção dos blocos para posterior desdobro que foi armazenado em sacos plásticos com fichas de identificação.



FIGURA 15 – ABATE DAS ÁRVORES E A SECÇÃO DOS BLOCOS PARA POSTERIOR DESDOBRO. A: ABATE DA ÁRVORE; B: MARCAÇÃO PARA CORTE; C: CORTE DOS BLOCOS; D: IDENTIFICAÇÃO.

Após a obtenção dos blocos, o material ficou empilhado e o transporte foi realizado com o auxílio de bovinos pertencentes aos moradores da própria unidade de trabalho, tendo em vista o peso e volume elevado da carga e o difícil acesso da área. Assim, as amostras foram retiradas do interior da floresta até um determinado ponto em que o caminhão da instituição teve acesso para transportar, sendo posteriormente tratadas com preservante pentrol para evitar o ataque de cupins.

Para análise dos dados das propriedades mecânicas foi realizada uma comparação entre as médias obtidas neste trabalho para as propriedades físicas e mecânicas de cada espécie deste estudo com as tradicionalmente utilizadas na região acreana. Adicionalmente foi realizada uma análise de similaridade por meio do agrupamento de espécies (análise de Cluster).

3.8.1 Desdobro da madeira para a realização dos ensaios mecânicos

Com o uso de serra circular e de uma plaina, os blocos foram desdobrados em amostras para a avaliação mecânica, obtendo-se 144 corpos de prova por árvore,

sendo 36 para cada ensaio, e destes 36 corpos de prova, metade foi avaliado na condição verde e a outra metade em umidade de equilíbrio de 12%. Para as quatro espécies totalizou-se 2016 corpos de prova, sendo 1008 avaliados verdes e 1008 na condição seca a 12%. Vale ressaltar ainda, que houve segregação das amostras nas diferentes posições longitudinais: base, meio e topo. Assim, para cada posição longitudinal de cada árvore, avaliou-se 6 corpos de prova em cada condição de umidade.

Os ensaios em estado verde foram realizados logo após a confecção dos corpos de prova, que foram transportados da FUNTAC à UFPR devidamente embalados e por meio aéreo. No caso dos ensaios efetuados em umidade de equilíbrio de 12%, o material foi cortado com sobre-medida sendo estabelecida a dimensão final após ter ocorrido a redução de umidade. O esquema de retirada, a confecção dos corpos de prova para os ensaios nas duas condições acima descritas, podem ser visualizados abaixo (FIGURA 16).



FIGURA 16 - ESQUEMA DE RETIRADA DE MATERIAL PARA A CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA PARA A REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS MECÂNICOS. A: ABATE DA ÁRVORE; B: CORTE EM BLOCOS; C: MATERIAL EMBALADO PARA EVITAR PERDA DE UMIDADE; D: CORTE DOS CORPOS-DE-PROVA;

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR e no Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário -

CETEMM. Os equipamentos utilizados foram máquinas universal de ensaios com capacidade de 30T e uma de 10T, respectivamente, com sistema eletrônico, para assegurar a confiabilidade dos resultados.



FIGURA 17 – MÁQUINA DE ENSAIOS UNIVERSAL COM CAPACIDADE PARA 30T DA EMIC.

Os ensaios mecânicos realizados encontram-se nas Figuras 18, 19, 20 e 21 respectivamente e juntamente com as respectivas normas:

- Compressão paralela às fibras (COPANT 464/1972).



FIGURA 19- CORPO-DE-PROVA DE COMPRESSÃO PARALELA E REALIZAÇÃO DO ENSAIO.

- Flexão Estática (COPANT 555/1972).



FIGURA 20 - CORPO-DE-PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA E ENSAIO REALIZADO.

- Cisalhamento (COPANT 463/1972)



FIGURA 21 - CORPO-DE-PROVA DE CISALHAMENTO DA MADEIRA E REALIZAÇÃO DO ENSAIO.

- Dureza Janka (COPANT 465/1972)



FIGURA 22 - CORPO-DE-PROVA DE DUREZA E ENSAIO REALIZADO.

Após a realização dos ensaios mecânicos foi efetuada a secagem das amostras em estufa com circulação de ar forçada a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ até peso constante para a determinação do teor de umidade.



FIGURA 22 – SECAGEM DOS CORPOS DE PROVA ENSAIADOS E DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Levando-se em consideração que todos os ensaios físicos e mecânicos foram realizados sob as mesmas condições laboratoriais, adotou-se para a análise o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo em alguns casos com o mesmo número de repetições e em outros com número diferente de repetições.

Para análise estatística, cada ensaio, tanto físico quanto mecânico gerou um banco de dados que foi tabulado no Software Excel e posteriormente importado ao software estatístico Assistat 6.2. Desta forma, para obtenção dos resultados de cada variável objetivada com os ensaios realizados, aplicou-se os Teste F que indica a necessidade do teste de comparação de médias, e posteriormente foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Foi realizada ainda uma análise de cluster/grupamento, que levou em conta dados de espécies tradicionalmente utilizadas pela indústria de madeiras do Acre e os dados das espécies pouco conhecidas estudadas e caracterizadas física e mecanicamente neste trabalho. Foi utilizado o software Statgraphics Centurion Versão XV.

Buscou-se na análise agrupar ou identificar a que grupo as espécies estudadas pertencem a partir de suas características, comparadas com características semelhantes aquelas das espécies tradicionalmente utilizadas.

Após o agrupamento das espécies foi realizada uma correlação simples entre as variáveis de massa específica e propriedades mecânicas sendo as correlações lineares. Foi utilizado o software estatístico Assistat 6.2 para a análise estatística dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DAS 04 ESPÉCIES FLORESTAIS SELECIONADAS.

A partir da identificação botânica realizada pelo herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA para as espécies desta pesquisa foram obtidos os seguintes resultados demonstrados na Tabela 6:

TABELA 6 – RESULTADO DA IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA

Nome Vulgar	Identificação	Família
Breu amescla	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Burseraceae
Cinzeiro	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae
Gitó	<i>Guarea</i> sp	Meliaceae
Quaruba	<i>Qualea</i> sp	Vochysiaceae

Somente foi possível realizar a identificação botânica completa das espécies *Trattinnickia burserifolia* e *Terminalia amazonia*. Já a *Guarea* sp e a *Qualea* sp não possuíam material fértil para a identificação botânica, e devido a problemas como: período chuvoso, dificuldades no acesso de retirada do material, além do pouco tempo de execução do mestrado, ficou inviável esperar uma nova floração. Deste modo só foi possível realizar a identificação do gênero da espécie.

Abaixo está descrito, resumidamente, as características das espécies que tiveram sua identificação realizada.

4.1.1 *Trattinnickia burserifolia* (Breu amescla)

Características dendrológicas: altura entre 25 e 35 metros, base do tronco digitada ou reta, ritidoma sujo e áspero e com placas lenhosas, fuste cilíndrico, alburno esbranquiçado, resina incolor, folhas discolores, subcoreacea, paripinada.

Família: Burseraceae.

Nomes populares: Amesclão, amescla, breu, breu-preto, breu-sucuruba, breu-susuúba, mangue, morcegueira, sucububa.

Ocorrência: Região Norte, Nordeste e Centro-oeste.



FIGURA 23 – A: DETALHES DA ÁRVORE; B: CASCA; C: CUNHAS DAS MADEIRA; D: FOLHAS E EXCICATAS DA ESPÉCIE *Trattinnickia burserifolia*

4.1.2 *Terminalia amazonia* (Cinzeiro)

Características dendrológicas: árvores com altura entre 22 e 26 metros, tronco ereto e cilíndrico, base do tronco apresenta raízes sapopemas, casca com desprendimento de lâminas coriáceas com descamação de placas finas de cor cinza, a casca viva apresenta-se com cor amarela escura, folhas discolores com concentração nas pontas dos ramos.

Família: Combretaceae.

Nomes populares: Cinzeiro, capitão-amarelo, cuia, mirindiba.

Ocorrência: Região Norte, Nordeste e Centro-oeste.



FIGURA 24 - A: DETALHES DA ÁRVORE; B: CASCA; C: CUNHAS DAS MADEIRA; D: FOLHAS E EXCICATAS DA ESPÉCIE *Terminalia amazonia*

4.1.3 *Guarea* sp (Gitó)

Características dendrológicas: árvores de médio a grande porte, entre 16 e 25 metros de altura, paripinada, ritidoma sujo e áspero, com desprendimento de placas e depressões em alguns pontos.

Família: Meliaceae.

Nomes populares: Gitó, marinheiro, cedro-marinheiro, jatoá.

Ocorrência: Região Norte, Centro-Oeste e Sudeste.



FIGURA 25 - A: DETALHES DA ÁRVORE; B: CASCA; C: CUNHAS DAS MADEIRA; D: FOLHAS E EXCICATAS DA ESPÉCIE *Guarea* sp.

4.1.4 *Qualea* sp (Quaruba)

Características dendrológicas: altura entre 22 e 35 metros, base do fuste dilatada e geralmente cilíndrico, mas com variações para tortuoso e cônico, tronco com aspecto sujo, áspero e rugoso, casca escura, alburno branco, folhas simples, opostas, discolores e coreáceas, lanceolada.

Família: Vochysiaceae.

Nomes populares: Mandioqueira-vermelha, cutiúba, laba-laba, mandioqueira, mandioqueira-áspera, mandioqueira-escamosa, mandioqueira-lisa, mandioqueira, pau-terra, quaruba.

Ocorrência: Região Norte e Centro-Oeste.

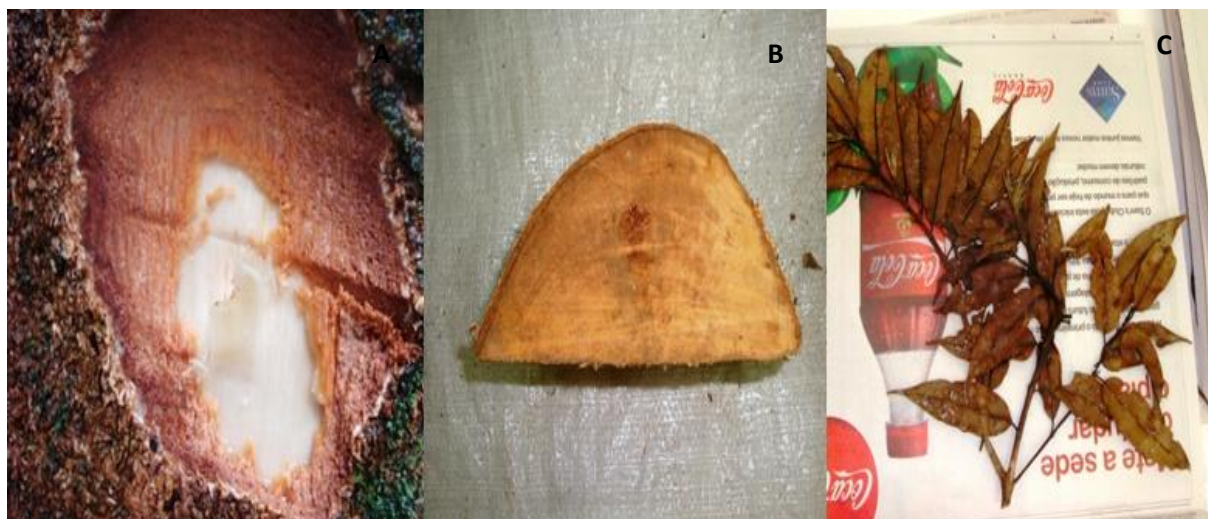


FIGURA 26 – A: DETALHES DA CASCA; B: CUNHAS DA ÁRVORE; C: FOLHAS E EXCICATAS DA ESPÉCIE *Qualea* sp.

4.2 IDENTIFICAÇÃO MACROSCÓPICA DA MADEIRA

Para confirmação da identificação botânica foi realizada ainda a identificação macroscópica da madeira, que chegou aos resultados a seguir descritos.

4.2.1 *Trattinnickia burserifolia* (Breu amescla)

Características gerais: Cerne/alburno pouco distintos pela cor. Cerne esbranquiçado, amarronzado ou rosado. Sem alteração de cor por foto-oxidação. Limites dos anéis de crescimento distintos, individualizados por zonas fibrosas tangencias mais escuras. Madeira com brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível. Macia ao corte transversal manual. Grã direita a reversa. Textura média. Figura ausente.

Vasos/poros: Visíveis a olho nu; diâmetro pequeno ou médio; distribuição difusa; frequência média; predominantemente solitários; dispostos em padrão não definido, de formato circular a oval. Placas de perfuração não observadas mesmo com lente de 10x. Parte dos vasos obstruídos por tilos.

Parênquima axial: Não observado.

Raios: Observados apenas com lente de 10x nas duas superfícies. Pouco contrastados na superfície radial. Finos, baixos, muito pouco ou pouco frequentes. Não estratificados.

Outras observações: As espécies deste gênero são de difícil distinção.

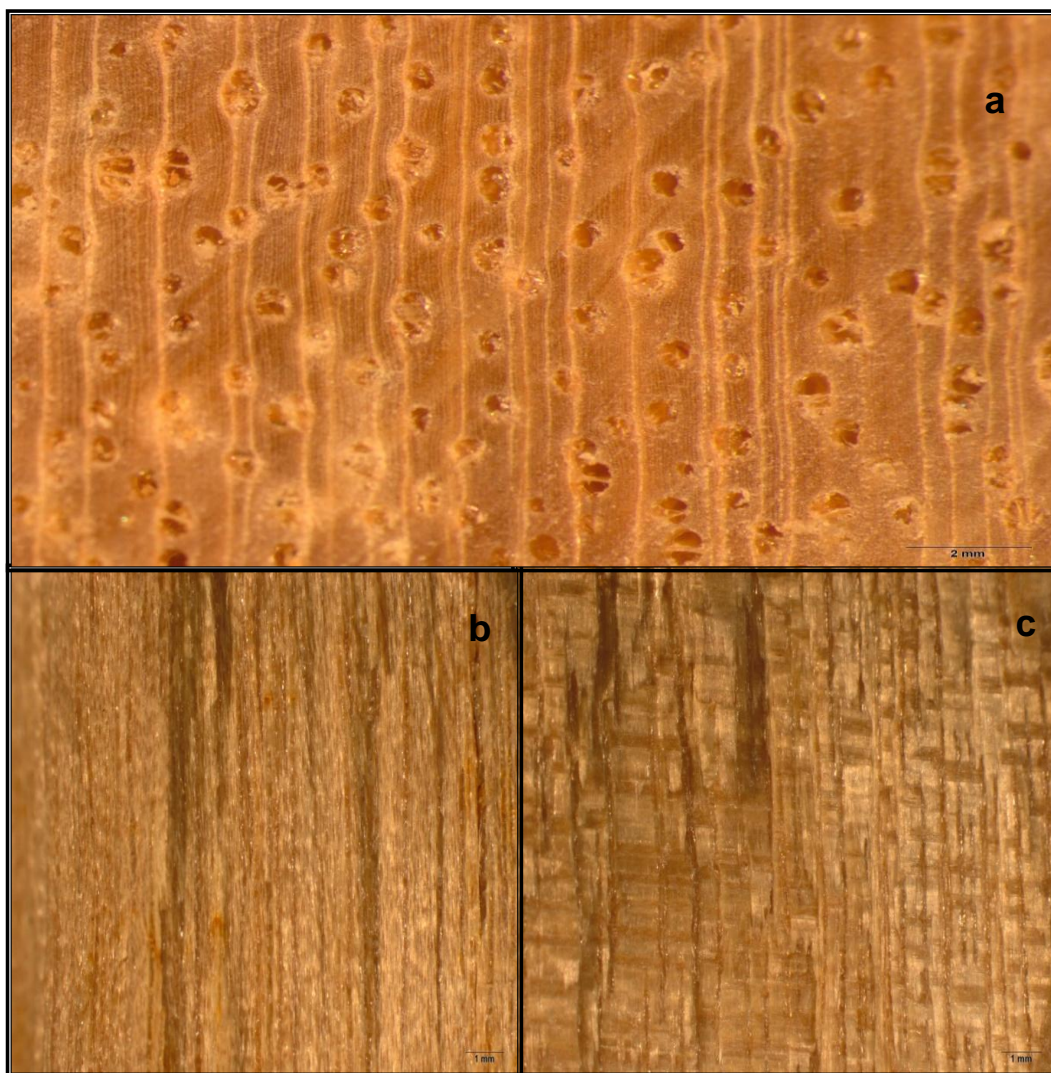


FIGURA 27 – CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE *Trattinnickia burserifolia* A) Corte transversal; B) Corte tangencial; C) Corte radial.

4.2.2 *Terminalia amazonia* (Cinzeiro)

Características gerais: Cerne/alburno pouco distintos pela cor. Cerne oliváceo e alburno amarelo-oliva. Sem alteração de cor por foto-oxidação. Limites dos anéis de crescimento distintos, individualizados por zonas fibrosas tangencias mais escuras. Madeira sem brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível. Dura ao corte transversal manual. Grã reversa ou ondulada. Textura média. Figura ausente.

Vasos/poros: Visíveis apenas com lente de 10x; diâmetro médio; distribuição difusa; frequência média; predominantemente solitários; dispostos em padrão não definido, de formato circular a oval. Placas de perfuração não observadas mesmo com lente de 10x. Parte dos vasos obstruídos por substância de cor esbranquiçada.

Parênquima axial: Observado apenas com auxílio de lente de 10x. Paratraqueal escasso ou aliforme linear de extensão curta.

Raios: Observados apenas com lente de 10x nas duas superfícies. Pouco contrastados na superfície radial. Finos, baixos, pouco ou muito freqüentes. Não estratificados.

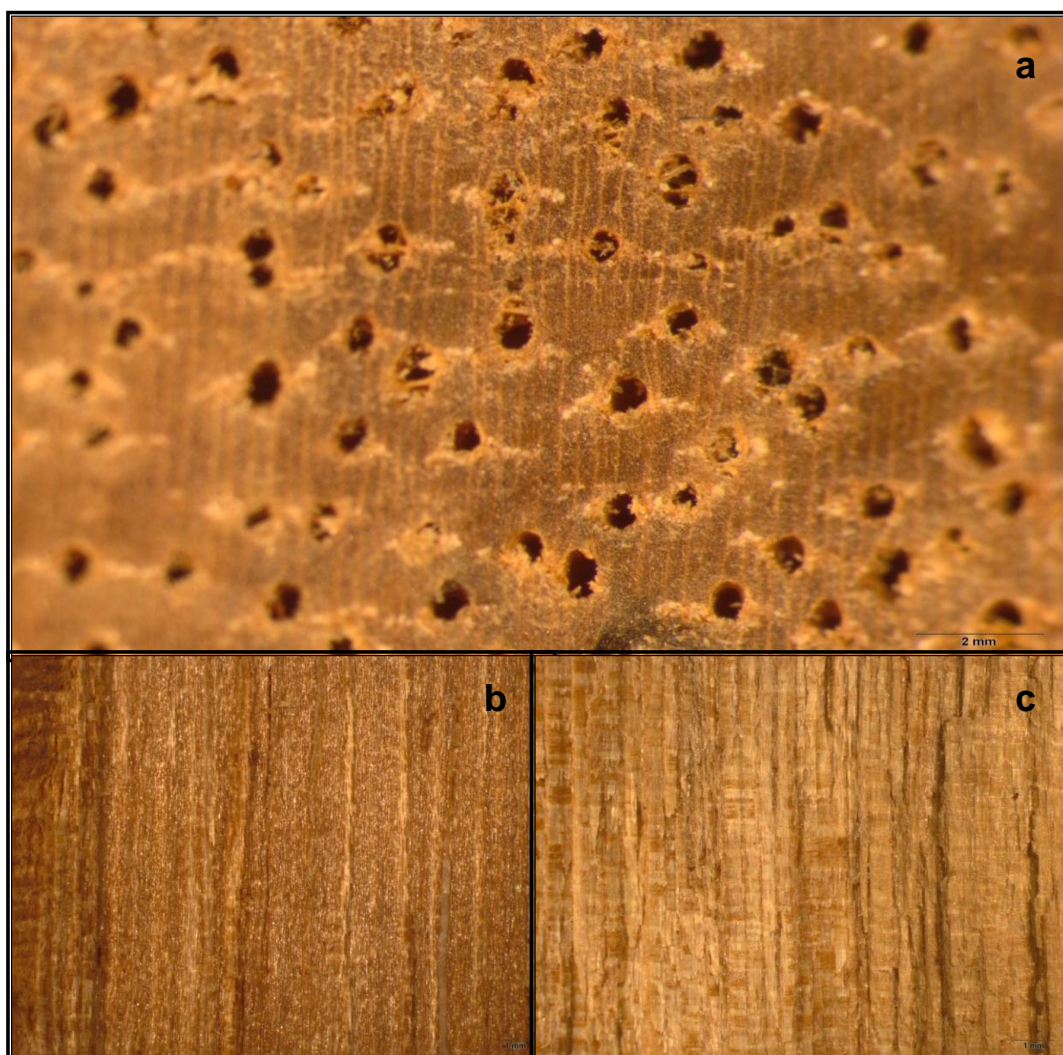


FIGURA 28 - CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE *Terminalia amazonia*. A) Corte transversal; B) Corte tangencial; C) Corte radial.

4.2.3 *Guarea* sp (Gitó)

Características gerais: Cerne róseo-escuro e alburno marrom-amarelado. Limites dos anéis de crescimento pouco distintos. Superfície áspera ao tato, cheiro característico agradável. Grã direita a revessa. Textura média. Superfícies longitudinais de aspecto fibroso atenuado.

Vasos/poros: Visíveis a olho nu; diâmetro médio; distribuição difusa; frequência baixa; predominantemente solitários, podendo ocorrer geminados e múltiplos de três e quatro em arranjo radial, de formato oval; desobstruídos; linhas vasculares retilíneas.

Parênquima axial: Abundante e visível a olho nu. Paratraqueal aliforme confluyente, podendo formar faixas sinuosas largas e irregulares.

Raios: Visíveis sob lente de 10x na face transversal. Não contrastados na face radial. Finos, baixos, pouco freqüentes. Não estratificados.



FIGURA 29 - CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE *Guarea* sp .
A) Corte transversal; B) Corte tangencial; C) Corte radial.

4.2.4 *Qualea* sp (Quaruba)

Características gerais: Cerne/alburno distintos pela cor. Cerne rosado ou amarronzado; alburno esbranquiçado. Sem alteração de cor por foto-oxidação. Limites dos anéis de crescimento pouco distintos. Madeira sem brilho nas superfícies longitudinais, cheiro imperceptível. Dura ao corte transversal manual. Grã reversa. Textura média. Figura presente, de aspecto fibroso, causada pelo contraste entre as fibras e o parênquima axial.

Vasos/poros: Visíveis a olho nu; diâmetro médio; distribuição difusa; frequência média; predominantemente solitários; dispostos em padrão não definido, de formato

circular a oval. Placas de perfuração simples. Parte dos vasos obstruídos por tilos ou substância de cor esbranquiçada.

Parênquima axial: Observado a olho nu. Paratraqueal aliforme linear de extensão curta, aliforme losangular ou confluyente em trechos curtos oblíquos.

Raios: Observados apenas com lente de 10x nas duas superfícies. Contrastados na superfície radial. Finos, baixos, muito pouco frequentes. Não estratificados.

Outras observações: As espécies deste gênero são de difícil distinção, tendo um grande volume de madeira comercializado apenas em nível genérico.

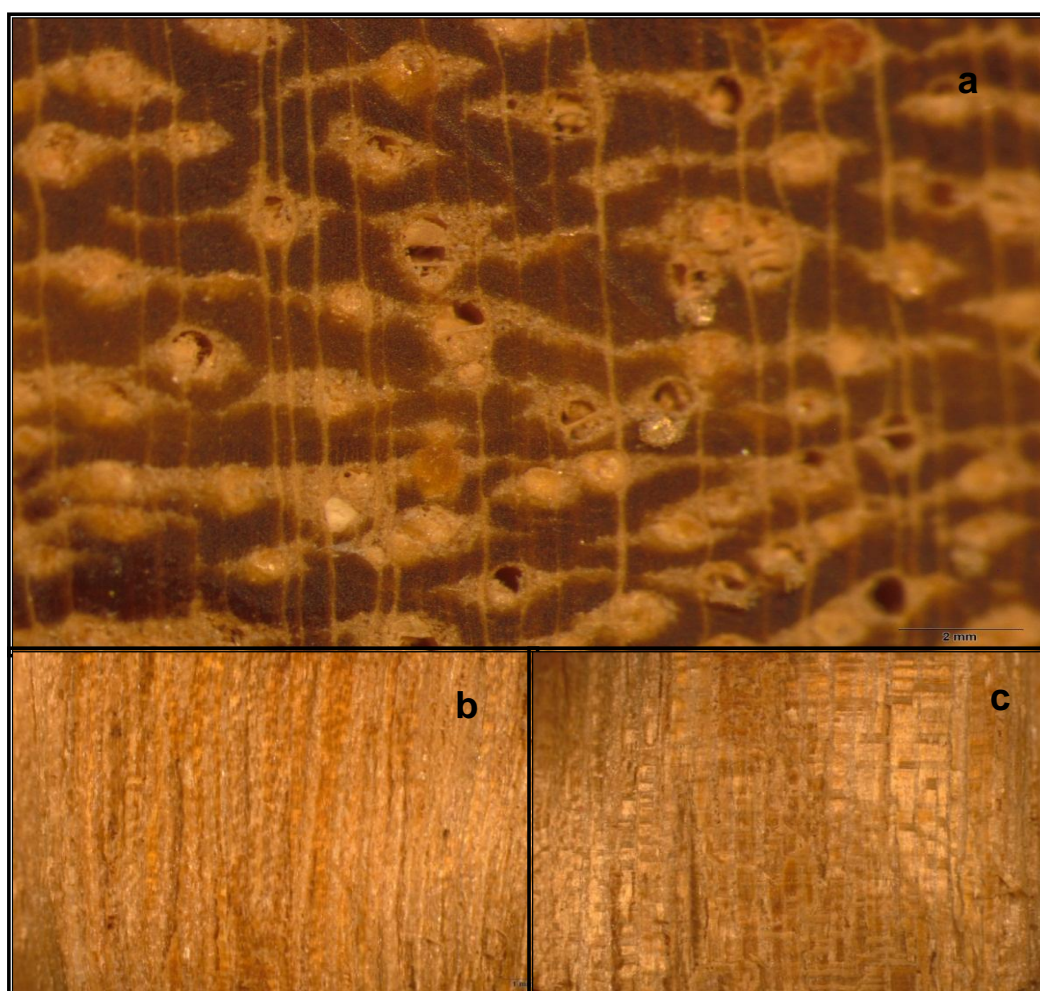


FIGURA 30 - CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE *Qualea* sp
A) Corte transversal; B) Corte tangencial; C) Corte radial.

Na Tabela 7 estão apresentadas a descrição dos anéis de crescimento e cerne e alburno e as propriedades organolépticas: cheiro, textura, desenho e grã das espécies.

TABELA 7 - PROPRIEDADES MACROSCÓPICAS DAS ESPÉCIES

Espécie	Anéis de crescimento	Cerne e alburno	Cheiro	Textura	Desenho	Grã
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Distintos	Pouco distintos	Indistintos	Média	Ausente	Direita à reversa
<i>Terminalia amazonia</i>	Distintos	Pouco distintos	Indistintos	Média	Ausente	Reversa ou ondulada
<i>Guarea</i> sp	Pouco distintos	Distintos	Distintos	Média	Ausente	Direita à reversa
<i>Qualea</i> sp	Pouco distintos	Distintos	Indistintos	Média	Presente	Grã reversa

Nota-se, que praticamente todas as espécies apresentam características macroscópicas similares entre si, mesmo sendo madeiras de espécies diferentes.

Em madeiras com grã direita os elementos celulares são bem paralelos ao eixo do tronco. Na *Trattinnickia burserifolia* e *Guarea* sp a grã varia de direita à reversa que caracteriza a madeira com os elementos celulares que se iniciam paralelas ao eixo do tronco e depois não ficam mais, assumindo em alguns casos a perpendicularidade à face longitudinal da madeira. Para Nisgoski (1999), madeiras com grã direita são desejadas, pois contribuem para uma maior resistência mecânica, e por ser de fácil desdobro e processamento, e por não provocar deformações indesejáveis na hora da secagem da madeira. Ainda de acordo com a mesma autora, as madeiras com grã direita racham com mais facilidade quando verdes do que secas; já madeiras com grã reversa racham com mais facilidade na direção tangencial e comumente são mais difíceis de rachar radialmente.

Já madeiras com a grã ondulada apresentam elementos celulares que alternam a sua orientação, formando desenhos na forma de ondas ao longo do eixo longitudinal, como é caso da *Terminalia amazonia*. A resistência mecânica, nesse caso, não é muito afetada, mas a madeira, contendo esta característica, apresenta problemas de deformações e empenamentos durante a secagem e é de difícil trabalhabilidade. Sob o aspecto estético, no entanto, produz desenhos muito atraentes (NISGOSKI,1999).

Em relação a textura, todas as espécies apresentaram textura média, que caracteriza as madeiras como madeiras com vasos visíveis a olho nu. De acordo com Zerbini (2008), espécies com textura anatômica média, geralmente são recomendadas para uso na indústria moveleira, podendo ainda ser usada para cabo

de ferramentas e utensílios, embarcações (canoa) e revestimento em geral (forro e lambri). Para Trianoski (2012), madeiras com textura média como encontrado em todas as espécies podem gerar mais dificuldades durante os processos de acabamento superficial, gerando superfície mais áspera e maior consumo de produtos, quando comparadas com madeiras de textura fina.

Em relação ao desenho, somente na *Qualea* sp foi perceptível o desenho. Essa diferença é percebida em madeiras que possuem grã revessa, o qual foi o caso desta espécie. Outra característica que a espécie apresentou foi que parte dos vasos são obstruídos por tilos ou substância de cor esbranquiçada. Esse fator ligado a massa específica média da espécie confere uma maior resistência a madeira, podendo ainda dificultar a aplicação de soluções preservantes e dificultar o processo de secagem da madeira.

As espécies *Trattinnickia burserifolia* e *Terminalia amazonia* apresentaram anéis de crescimento distintos o que pode trazer alguns efeitos na questão de resistência mecânica na transição do lenho inicial e tardio, bem como maior consumo de adesivos e produtos de acabamentos nas zonas de lenho inicial (TRIANOSKI, 2012).

As espécies *Guarea* sp e *Qualea* sp apresentaram cerne e alborno distintos. Para Trianoski (2012), essa diferenciação entre cerne e alborno em algumas espécies demonstra que nestas provavelmente a resistência natural na região do cerne será maior, como a maior dificuldade de impregnação de produtos preservantes, e maiores reações químicas com produtos químicos.

4.3 – CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E VOLUMETRIA

Na Tabela 8 pode-se observar o volume calculado com ajuda dos dados existentes no plano de manejo florestal das áreas em que foi realizado o estudo e o volume calculado em campo após o abate das árvores.

TABELA 8 - VOLUME DAS ESPÉCIES ESTUDADAS E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA.

Espécie	DAP ¹ (m)	HC ² (m)	HT ³ (m)	Volume médio (m ³)	Área de manejo	Área de manejo	Área total
					1.484,02ha	4.603,04ha	6.087,06
					Volume (m ³) FE Gregório	Volume (m ³) FE Mogno	Volume total (m ³)

Continua

Continuação e conclusão							
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,80	19,66	29,00	7,38	163,31	79,45	242,76
<i>Terminalia amazonia</i>	0,64	18,6	23,66	4,17	0	774,23	774,23
<i>Guarea</i> sp	0,63	14,33	20,33	4,18	233,22	1371,4	1604,62
<i>Qualea</i> sp	0,79	17,66	29,00	6,81	193,10	37,80	230,90

¹ Diâmetro a altura do peito; ² Altura comercial; ³ Altura total

O diâmetro a altura do peito (DAP) e altura comercial mais elevado, assim como o maior volume médio das espécies estudadas foi obtido a partir da espécie *Trattinnickia burserifolia*, no entanto, não é a espécie com maior volume total a ser explorado.

A Tabela 9 apresenta a comparação entre o volume estimado em inventário florestal da área do estudo e o volume real das espécies, assim como a ocorrência das espécies por hectare.

TABELA 9 – COMPARAÇÃO DO VOLUME ESTIMADO EM INVENTÁRIO FLORESTAL DA ÁREA DO ESTUDO E O VOLUME REAL DAS ESPÉCIES UTILIZADO E OCORRÊNCIA POR HECTARE.

Espécie	V inventário (m ³)	V Calculado (m ³)	Ocorrência (m ³ /ha)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	7,48 a	6,50 a	0,039
<i>Terminalia amazonia</i>	3,95 a	3,64 a	0,168
<i>Guarea</i> sp	5,10 a	4,00 a	0,263
<i>Qualea</i> sp	7,46 a	5,99 a	0,037

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 9, as quatro espécies não apresentaram diferença estatística entre os volumes calculados e os volumes gerados no inventário florestal. Com isto pode-se notar que a metodologia utilizada nos inventários florestais de floresta nativa é eficaz, ou seja, não ocorreu a superestimação ou subestimação dos volumes a serem explorados. Este é um ponto positivo para mercado, pois aquele que compra um Plano de Manejo Florestal terá uma garantia de que vai explorar aquela quantidade de madeira descrita no plano.

A *Guarea* sp é a espécie que apresenta a maior volumetria de ocorrência entre todas as espécies, com 0,263 m³/ha. Fazendo uma comparação com algumas espécies de maior ocorrência no Estado do Acre, pode-se notar que o volume

encontrado para as espécies do estudo se assemelham ao volume das seguintes espécies: *Hymenaea courbari* (Jatobá) 0,253 m³/ha, *Tabebuia* sp (Ipê) 0,270 m³/ha (ACRE, 2011). Dessa forma, levando-se em consideração a ocorrência por hectare das espécies passíveis de exploração no Estado, pode-se pressupor que as espécies do estudo apresentam-se como uma possível alternativa de exploração complementar ou mesmo substituir parcialmente espécies já exploradas e em alguns casos que já apresentando sinais de exaustão.

4.4 – PROPRIEDADES FÍSICAS

4.4.1 Massa específica

4.4.1.1 Massa específica básica e aparente.

Os valores médios de massa específica básica e aparentes por espécie estão apresentados na Tabela 10 juntamente com seus coeficientes de variação.

TABELA 10 – VALORES MÉDIOS DE MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E APARENTE POR ESPÉCIE.

Espécie	Massa específica básica	Massa específica aparente
	(g/cm ³)	(g/cm ³)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,375 c (14,47)	0,551 d (5,09)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,633 a (7,06)	0,781 a (5,42)
<i>Guarea</i> sp	0,519 b (10,08)	0,693 c (5,54)
<i>Qualea</i> sp	0,551 b (5,25)	0,725 b (2,27)

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com a Tabela 10 pode-se observar que a espécie que apresentou maior massa específica foi a *Terminalia amazonia* (0,633 g/cm³) diferindo estatisticamente das demais espécies, enquanto que a *Trattinnickia burserifolia* foi a espécie que apresentou a menor massa específica com média de 0,375 g/cm³ diferindo das demais espécies. A *Guarea* sp e a *Qualea* sp não diferem estatisticamente entre si.

De acordo com Melo *et al.* (1990), a massa específica básica das madeiras tropicais são classificadas em madeiras leves que apresentam massa específica menor ou igual à $0,50 \text{ g/cm}^3$, madeiras médias entre $0,51 \text{ g/cm}^3$ e $0,72 \text{ g/cm}^3$ e madeiras pesadas que apresentam a massa específica maior ou igual $0,73 \text{ g/cm}^3$. Desta forma, as espécies estudadas são classificadas como leve no caso do *Trattinnickia burserifolia*, e como de média massa específica no caso da *Terminalia amazonia*, *Guarea* sp e da *Qualea* sp.

Em relação ao coeficiente de variação (CV), Pimentel Gomes (2000), considera como baixos, quando estes são inferiores a 10%; médios, quando variam de 10 a 20% e altos, quando encontram-se entre 20 e 30%; e muito altos, quando são superiores a 30%. Levando-se em conta essa consideração, as espécies *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp apresentaram coeficiente de variação baixo. Já a *Guarea* sp e o *Trattinnickia burserifolia* mostraram que a propriedade estudada foi de média variação.

Fazendo uma comparando com outras pesquisas, verifica-se que os resultados da espécie *Trattinnickia burserifolia* assemelha-se ao encontrado para as espécies *Cedrela odorata* e *Simarouba amara* ambas comercializadas no estado do Acre. Valores próximos encontrados para as espécies *Torresea acreana* e *Cordia goeldiana* foram apresentados para a espécie *Guarea* sp que foi de $0,519 \text{ g/cm}^3$.

Para Trianoski (2012), em aplicações na indústria, espécies com maior massa específica provavelmente irão apresentar maior resistência mecânica, maior rendimento em massa seca e normalmente melhor acabamento superficial. A *Terminalia amazonia*, apresentou a maior massa específica podendo ser comparado a *Hymenolobium excelsum*, que possui massa específica de 0,630 (SOUZA, 1987).

Para os resultados da massa específica aparente das espécies ainda de acordo com a Tabela 10 observa-se que a espécie que apresentou a maior massa específica aparente foi a *Terminalia amazonia*, com o valor de $0,781 \text{ g/cm}^3$. Já a espécie com a menor massa específica foi a *Trattinnickia burserifolia*, com o valor de $0,551 \text{ g/cm}^3$, sendo estes comportamentos similares aos resultados da massa específica básica. Todas as espécies apresentaram diferença estatística significativa entre si.

Os resultados médios encontrados para as espécies *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp aproximam-se aos encontrados nas literatura para as espécies *Astronium lecoitei* e *Capara guianenses* respectivamente.

4.4.1.2 Massa específica básica nas diferentes posições longitudinais.

A variabilidade da massa específica no sentido longitudinal foi determinada e uma análise complementar da classificação das espécies estudadas é efetuada a partir da Tabela 11.

TABELA 11 - MASSA ESPECÍFICA BÁSICA NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS (g/cm³)

Espécie	Base	Meio	Topo
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,396a (15,13)	0,358a (12,01)	0,370a (16,30)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,642a (7,30)	0,626a (8,98)	0,633a (5,69)
<i>Guarea sp</i>	0,527a (9,37)	0,498a (10,34)	0,531a (19,99)
<i>Qualea sp</i>	0,571a (4,16)	0,541a (4,78)	0,539a (5,38)

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Segundo Koch (1972), a massa específica varia significativamente entre árvores e dentro de uma mesma árvore, tanto no sentido longitudinal como no sentido radial, mas segundo os dados apresentados na Tabela 11, pode-se observar que não ocorreu diferença estatística significativa entre as diferentes posições longitudinais em todas as espécies estudadas. Este resultado pode ser considerado muito bom, pois não havendo grande variabilidade entre as diferentes posições longitudinais, possivelmente, também, não haverá diferenciação acentuada nas propriedades que dependem ou são influenciadas pela massa específica.

4.4.1.3 Massa específica aparente nas diferentes posições longitudinais.

A Tabela 12 apresenta os resultados médios da massa específica aparente nas diferentes posições longitudinais do fuste.

TABELA 12 - MASSA ESPECÍFICA APARENTE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS (g/cm³)

Espécie	Base	Meio	Topo
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,553 a (4,77)	0,542 a (4,45)	0,558 a (5,78)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,792 a (5,21)	0,776 a (6,36)	0,777 a (4,61)
<i>Guarea</i> sp	0,674 b (4,06)	0,699 ab (4,88)	0,707 a (6,39)
<i>Qualea</i> sp	0,726 a (2,64)	0,726 a (2,11)	0,722 a (2,12)

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com a Tabela 12 nota-se que as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp não apresentaram diferença significativa nas diferentes posições longitudinais. A *Guarea* sp na posição base diferiu estatisticamente do topo da árvore. Resultados como este podem ser considerados bom para a indústria, sendo que uma homogeneidade de massa específica na árvore pode representar a diminuição de problemas nos processos produtivos, e portanto, na geração de produtos mais homogêneos.

4.4.2 Retratabilidade

Na Tabela 13 são apresentados os resultados médios obtidos para as propriedades de contração tangencial, radial, volumétrica e para a anisotropia de contração.

TABELA 13 - RESULTADOS MÉDIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DAS ESPÉCIES.

Espécie	β Tang (%)	β Rad (%)	β Vol (%)	A _c
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	5,99 c (25,02)	3,36 c (31,26)	9,61 c (24,85)	1,85 a (20,59)
<i>Terminalia amazonia</i>	7,48 b (12,91)	4,70 b (15,67)	12,38 c (12,52)	1,61 c (12,19)
<i>Guarea</i> sp	9,24 a (24,81)	5,50 a (27,85)	15,06 a (22,78)	1,74 ab (23,79)
<i>Qualea</i> sp	7,80 b (16,25)	4,74 b (23,15)	12,83 b (16,07)	1,71 bc (22,38)

β_{tang} : Contração tangencial; β_{rad} : Contração radial; β_{vol} : Contração volumétrica; A_c: Anisotropia de contração. Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

A maior média tangencial foi obtido a partir da espécie *Guarea* sp, seguida das espécies *Qualea* sp e *Terminalia amazonia* e por último a menor média foi a da espécie *Trattinnickia burserifolia*. Na contração radial, nota-se que a espécie com maior média também foi a *Guarea* sp, seguidas das espécies *Qualea* sp e *Terminalia amazonia*. A espécie *Trattinnickia burserifolia* foi a que apresentou a menor média (3,36%). Todas as espécies apresentaram diferença estatística entre si para esta contração. Igualmente aconteceu nas contrações volumétricas, onde a espécie *Guarea* sp foi a espécie que apresentou a maior média volumétrica seguida das espécies *Qualea* sp e *Terminalia amazonia*, e a espécie com menor média foi a *Trattinnickia burserifolia*.

Para a anisotropia de contração, observa-se que a maior diferença entre contração tangencial e contração radial foi observada na espécie *Trattinnickia burserifolia* com o valor de 1,85. E a menor anisotropia de contração foi apresentada pela espécie *Terminalia amazonia* com o valor de 1,60.

Os valores médios de anisotropia das quatro espécies apresentaram intervalo entre 1,60-1,85, classificando a anisotropia das espécies de média baixa e qualidade da madeira como normal o que indica de uso para móveis como estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos de acordo com Klitzke (2004), Logsdon, Finger e Borges (2008).

Comparando com outras pesquisas, verifica-se que os resultados da espécie *Terminalia amazonia* para a contração tangencial são similares aos encontrado por FUNTAC (1991) para a espécie *Calycophyllum spruceanum* que é de 8,01% para contração tangencial, 5,19% para a radial e 1,57 para a anisotropia.

A espécie *Trattinnickia burserifolia* obteve valores similares ao encontrados para a espécie *Copaifera guianensis* de retratibilidade e encontrados por Silva et al. (2012), que foi de 5,97% para contração tangencial, 3,07% para a radial, e volumétrica de 9,1%.

INPA (2008) encontrou valores de 9,15 % para a contração tangencial 5,79% para a radial e 15,8% para a volumétrica para a espécie *Hymenolobium excelsum*, valores próximos aos valores médios da espécie *Guarea* sp.

Considerando os valores apresentados por SOUZA (1987), observa-se que os resultados médios obtidos nesta pesquisa para a espécie *Qualea* sp são similares aos valores de 7,2% para contração tangencial e 4,1% para contração radial obtidos para a espécie *Astronium lecointei*.

Moreira (1999), afirma que as maiores alterações dimensionais da madeira ocorrem no sentido tangencial aos anéis de crescimento, sendo seguidos pela dimensão radial, e mostrando-se quase desprezível no sentido longitudinal, que foi o que aconteceu nas quatro espécies ensaiadas, já que ocorreu um decréscimo nas contrações tangencial, radial e por último na longitudinal.

De acordo com González⁴ (1993 citado por ZERBINI 2008), a classificação das madeiras quanto à retratibilidade volumétrica (β_{vol}) pode variar de fraca a forte. Madeiras com retratibilidade volumétrica fraca apresentam valores de 4 a 9%; madeiras com retratibilidade volumétrica média apresentam valores de 9,1% a 14%; e madeiras com retratibilidade volumétrica forte apresentam valores de 14,1 a 19%. Baseado nesta classificação, as madeiras das espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp são classificadas com madeiras com retratibilidade volumétrica média e apenas a *Guarea* sp se classifica com retratibilidade volumétrica forte com 15,06%.

De acordo Zerbini (2008), essas madeiras não deverão apresentar problemas mais graves em seus aproveitamentos como madeiras serradas, desde que o processo de desdobro seja conduzido conforme as técnicas recomendadas.

4.4.2.1 Retratabilidade nas diferentes posições longitudinais

Na Tabela 14 são apresentados os resultados médios obtidos para as propriedades de contração radial, tangencial e volumétrica nas diferentes posições longitudinais.

TABELA 14 - RESULTADOS MÉDIOS DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DAS ESPÉCIES NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS AO LONGO DO FUSTE.

Espécie	β_{Tang}			β_{Rad}			β_{Vol}		
	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	6,15 a (19,27)	6,14 a (21,32)	5,64 a (34,53)	3,27 a (30,86)	3,53 a (25,78)	3,29 a (37,28)	9,67 a (21,64)	9,91 a (20,92)	9,21 a (32,30)
<i>Terminalia amazonia</i>	7,37 a (15,45)	7,71 a (10,13)	7,38 a (11,59)	4,54 b (14,04)	4,92 a (17,57)	4,69 ab (14,40)	12,13 a (13,14)	12,82 a (11,87)	12,26 a (11,93)

Continua

⁴ GONÇALEZ, J.C. **Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la forêt Amazonienne: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques.** Nancy, 1993. 445 f. Thèse (Doctorat en Sciences Forestières) - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 1993.

Continuação e conclusão

Espécie	β_{Tang}			β_{Rad}			β_{Vol}		
	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo
<i>Guarea</i> sp	9,62 a (25,49)	9,13 a (26,07)	9,00 a (22,83)	5,76 a (25,24)	6,02 a (25,65)	4,77 b (27,90)	15,62 a (22,32)	15,49 a (22,73)	14,10 a (22,36)
<i>Qualea</i> sp	8,32 a (18,14)	8,01 a (10,32)	6,86 b (10,74)	5,08 a (20,90)	4,76 ab (19,35)	4,27 b (27,69)	13,76 a (16,25)	13,00 a (10,79)	11,42 b (14,90)

β_{tang} : Contração tangencial; β_{rad} : Contração radial; β_{vol} : Contração volumétrica. Médias seguidas de mesma letra na mesma linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Para a contração tangencial e volumétrica observa-se que as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Guarea* sp não apresentaram diferença significativa nas diferentes posições longitudinais.

Em relação a contração radial, observa-se que a espécie *Trattinnickia burserifolia* foi a única espécie que os valores médios não apresentaram diferença estatística significativa ao longo do fuste.

De acordo com Kollmann e Côté (1968), o valor das contrações radiais devem ser inferiores ao das contrações tangenciais. Foi o que ocorreu nas 4 espécies avaliadas nas diferentes posições longitudinais.

4.4.2.2 Anisotropia de contração nas diferentes posições longitudinais da madeira.

Na Tabela 15 são apresentados os resultados médios obtidos para a anisotropia de contração das espécies estudadas.

TABELA 15 - RESULTADOS MÉDIOS PARA A ANISOTROPIA DE CONTRAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	A_c		
	Base	Meio	Topo
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	1,96 a (16,38)	1,79 b (18,99)	1,77 b (25,86)
<i>Terminalia amazonia</i>	1,62 a (9,96)	1,59 a (14,49)	1,59 a (12,69)
<i>Guarea</i> sp	1,71 b (23,44)	1,55 b (24,28)	1,93 a (19,33)
<i>Qualea</i> sp	1,67 a (18,71)	1,73 a (18,24)	1,72 a (30,01)

A_c : Anisotropia de contração. Médias seguidas de mesma letra na mesma linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

A maior anisotropia de contração foi apresentada pela espécie *Trattinnickia burserifolia* para as três posições avaliadas. Para as posições meio e topo da árvore não ocorreu diferença significativa entre eles. A espécie *Trattinnickia burserifolia* apresentou ao longo do fuste o coeficiente de anisotropia variando de 1,77-1,96 classificando a anisotropia da espécie de média baixa e qualidade da madeira normal.

As espécies *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp não apresentaram diferença estatística significativa para as diferentes posições longitudinais. Para a espécie *Guarea* sp também não ocorreu diferença estatística significativa entre a posição longitudinal base e o meio do fuste.

4.5 – PROPRIEDADES MECÂNICAS

4.5.1 Flexão estática na madeira em condição verde

Os resultados médios obtidos para o módulo de ruptura e para o módulo de elasticidade a partir do ensaio de flexão estática na condição verde são apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO VERDE.

Espécie	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOE (MPa)	MOR (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,594 (12,61)	0,437 (10,79)	56,77 (30,64)	7058,34 c (18,24)	55,80 b (25,17)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,774 (8,64)	0,583 (6,94)	49,90 (15,98)	9783,70 a (20,35)	80,61 a (25,18)
<i>Guarea</i> sp	0,828 (14,50)	0,578 (13,77)	75,47 (14,86)	7549,06 c (17,31)	59,92 b (19,74)
<i>Qualea</i> sp	0,910 (7,76)	0,641 (6,83)	68,60 (7,24)	8794,51 b (11,27)	77,18 a (13,32)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Ao analisar as colunas da Tabela 16 onde estão apresentados os valores médios do módulo de elasticidade (MOE) e do módulo de ruptura observa-se que, a

Terminalia amazonia apresentou os maiores valores médios (9783,70 MPa), sendo estatisticamente superior as demais espécies. Isto podendo ser explicado devido a espécie apresentar a maior massa específica verde e básica das espécies.

A espécie *Qualea* sp apresentou o segundo maior valor médio (8794,51 MPa) para o módulo de elasticidade, enquanto que a *Trattinnickia burserifolia* e *Guarea* sp não apresentaram diferença estatística significativa.

Em relação ao módulo de ruptura pode-se notar que a *Terminalia amazonia* e a *Qualea* sp não apresentaram diferença estatística significativa (80,61 e 77,18 MPa respectivamente) sendo esses os maiores valores médios, seguidas pelas espécies *Guarea* sp e *Trattinnickia burserifolia* que apresentaram diferença estatística significativa entre si.

Em trabalho apresentado por Camara e Rocha (1992), foi realizado o ensaio de flexão estática na condição verde para o gênero *Guarea* e obtido o valor médio 85,81 MPa no módulo de ruptura. Este valor foi superior ao encontrado nos ensaios realizados neste trabalho, que obteve o valor de 59,92 MPa. Valor que pode ter sido inferior a diversos fatores inerentes a madeira. Para Kollmann e Côté, (1968) várias características influenciam nas propriedades mecânicas, sendo principalmente a massa específica básica, fatores anatômicos e constituição química da madeira, além de serem fortemente influenciadas por diferentes condições de temperatura, composição e umidade do local de crescimento da árvore, posição da árvore no talhão e incidência de chuvas e etc.

De acordo com o Quadro 1, valores médios do módulo de ruptura para a espécie *Hymenolobium excelsum* que é de 80,61 MPa, foi igual ao encontrado neste trabalho para a espécie *Terminalia amazonia*. Nota-se ainda valores próximos ao encontrado para a espécie *Qualea* sp que apresentou o valor médio de 77,19 MPa que pode ser comparado a espécie *Carapa guianensis* que apresenta o valor médio de 73,74 MPa.

Para o módulo de elasticidade os valores médios das espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp aproximam-se aos encontrados no Quadro 1 para as espécies *Simarouba amara*, *Couratari stellata* e *Cedrela odorata*, com os valores 7158,85 MPa, 9316,00 MPa e 8727,91 MPa, respectivamente.

Em geral com o aumento do teor de umidade ocorre a diminuição da resistência da madeira até ser atingido o ponto de saturação das fibras (PSF), (TRAMONTINA *et al*, 2013). Porém em alguns casos ocorre a baixa correlação entre o teor de umidade e o módulo de elasticidade, verificada nos estudos desenvolvidos

por Kollmann e Cotê⁵ (1968 citado por TRAMONTINA, 2013) Tanaami (1986), o que pode ter ocorrido nos resultados das quatro espécies deste estudo.

4.5.2 Flexão estática na condição de umidade de equilíbrio de 12%

Na Tabela 17 são apresentados os resultados médios do módulo de ruptura e módulo de elasticidade a flexão estática dos corpos de prova avaliados a 12% de umidade.

TABELA 17 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO À 12% DE UMIDADE.

Espécie	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOE MPa	MOR MPa
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,483	0,437	11,37	7835,22d	67,57c
	(10,62)	(10,79)	(7,71)	(17,32)	(26,16)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,652	0,583	12,18	11232,14a	105,81a
	(6,99)	(6,94)	(4,82)	(13,94)	(18,37)
<i>Guarea sp</i>	0,639	0,578	11,41	9391,73c	86,89b
	(13,94)	(13,77)	(4,77)	(16,69)	(19,84)
<i>Qualea sp</i>	0,710	0,641	11,52	10472,03b	99,34a
	(6,79)	(6,83)	(4,93)	(13,19)	(16,27)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com os resultados descritos, pode-se verificar que o maior valor médio para o módulo de elasticidade foi obtido a partir da espécie *Terminalia amazonia* onde está apresentou diferença estatística significativa em relação as demais espécies com o valor de 11232,14 MPa. Já a espécie que apresentou o menor valor médio para o módulo de elasticidade foi a *Trattinnickia burserifolia* com 7835,22 MPa.

Quanto ao módulo de ruptura, pode-se observar que as espécies *Terminalia amazonia* e a *Qualea sp* não apresentaram diferença estatística significativa entre si, e a espécie que apresentou o menor valor médio para o módulo de ruptura foi a *Trattinnickia burserifolia* diferindo estatisticamente das demais espécies.

⁵KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer, v. 2, 1968. 674 p.

Fazendo uma comparação com os ensaios de flexão realizados na condição verde, pode-se notar que os valores de MOE e MOR obtiveram um acréscimo nos valores quando comparados na condição à 12% de umidade. Esse fato pode ser explicado porque a presença de água na madeira reduziu consideravelmente os valores de elasticidade e resistência. Para Stangerlin *et al.*, (2010), com o aumento da umidade, há redução da resistência mecânica até ser atingido o ponto de saturação das fibras, acima deste ponto a resistência se mantém constante.

Em relação as espécies *Terminalia amazonia*, *Guarea* sp e *Qualea* sp, a literatura descreve valores médios aproximados para módulo de elasticidade de 11767,98 MPa, 9708,58 MPa e 10591,00 MPa para as espécies *Carapa guianensis*, *Cedrela odorata* e *Couratari stellata* respectivamente.

Em comparação com os valores descritos por outras pesquisas para as espécies *Simarouba amara*, *Carapa guianensis* e *Cordia goeldiana* em relação aos valores médios do módulo de ruptura pode-se fazer uma analogia com as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp que apresentam valores médio de 65,11MPa, 107,18 MPa e 91,39 MPa respectivamente neste estudo.

4.5.3 Flexão Estática na condição verde nas diferentes posições longitudinais.

Na Tabela 18 estão apresentados os resultados médios do módulo de ruptura e módulo de elasticidade a flexão estática dos corpos de prova avaliados na condição verde nas diferentes posições longitudinais.

TABELA 18 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NA CONDIÇÃO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOE MPa	MOR MPa
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,635	0,439	67,00	7145,51a	54,03 a
		(12,66)	(11,36)	(28,00)	(16,32)	(26,80)
	Meio	0,572	0,439	52,28	6842,00 a	52,17 a
		(10,44)	(10,54)	(24,36)	(20,47)	(28,29)
	Topo	0,576	0,432	51,02	7187,29 a	61,00 a
		(12,07)	(10,99)	(31,73)	(18,50)	(19,40)

Continuação

Continuação e conclusão

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOE MPa	MOR MPa
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	0,772	0,58	51,93	10225,98 a	84,24 a
		(8,42)	(7,86)	(11,90)	(17,70)	(22,67)
	Meio	0,756	0,580	47,97	9906,29 a	81,49 a
		(8,36)	(7,14)	(13,65)	(18,39)	(24,58)
	Topo	0,795	0,582	49,80	9218,64 a	76,00 a
		(8,81)	(6,05)	(20,95)	(24,74)	(28,83)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,835	0,581	78,80	7631,63 a	55,51 a
		(14,34)	(13,77)	(12,54)	(16,81)	(24,77)
	Meio	0,868	0,582	74,60	7680,08 a	61,68 a
		(14,59)	(14,36)	(17,72)	(12,13)	(14,67)
	Topo	0,783	0,571	72,99	7335,28 a	62,37 a
		(13,23)	(13,90)	(13,74)	(22,53)	(18,54)
<i>Qualea</i> sp	Base	0,913	0,649	71,95	8701,15 a	75,61 a
		(9,54)	(7,48)	(8,04)	(11,86)	(13,18)
	Meio	0,925	0,646	67,11	8838,83 a	76,49 a
		(7,28)	(6,88)	(6,12)	(12,99)	(15,57)
	Topo	0,892	0,627	66,73	8843,24 a	79,34 a
		(6,00)	(5,87)	(4,37)	(9,21)	(11,26)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Os resultados médios de resistência à flexão estática na condição verde para as duas variáveis MOR e MOE, demonstraram que não ocorreu diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais nas quatro espécies do trabalho.

A espécie que apresentou o maior valor médio de resistência à flexão estática na condição verde para o módulo de elasticidade e ruptura foi a *Terminalia amazonia*.

A espécie que apresentou o menor valor médio de resistência nas diferentes posições longitudinais foi a *Trattinnickia burserifolia* Fato esse que pode está

relacionado com os menores valores de ME verde e ME básica da espécie. Para Larson, Nichols, Dadswell (2001) tanto o módulo de ruptura como o módulo de elasticidade são altamente correlacionados com a massa específica.

4.5.4 Flexão Estática à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais

Na Tabela 19 estão apresentados os resultados médios do módulo de ruptura e módulo de elasticidade a flexão estática dos corpos de prova avaliados a 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.

TABELA 19 - RESULTADOS MÉDIOS DA FLEXÃO ESTÁTICA À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME_{12%} (g/cm³)	ME_{básica} (g/cm³)	TU (%)	MOE MPa	MOR MPa
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,481	0,439	11,80	8038,31ab	70,51 a
		(11,19)	(11,36)	(7,58)	(18,21)	(25,31)
	Meio	0,487	0,439	11,01	8298,19a	70,90 a
		(10,44)	(10,54)	(8,11)	(11,09)	(26,43)
	Topo	0,481	0,432	11,28	7169,05b	61,19 a
		(10,81)	(10,99)	(5,99)	(19,77)	(25,30)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	0,659	0,58	12,19	11598,52a	109,54a
		(7,77)	(7,86)	(6,55)	(10,85)	(16,07)
	Meio	0,649	0,580	12,20	11411,61a	108,07a
		(7,17)	(7,14)	(4,42)	(15,05)	(21,51)
	Topo	0,648	0,582	12,14	10686,11 a	99,83 a
		(6,21)	(6,05)	(3,14)	(15,12)	(16,42)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,643	0,581	11,27	9714,27a	87,38 a
		(13,59)	(13,77)	(4,89)	(16,37)	(18,47)
	Meio	0,642	0,582	11,52	9046,83a	84,53 a
		(14,50)	(14,36)	(5,27)	(17,60)	(17,89)
	Topo	0,631	0,571	11,43	9384,57a	88,46 a
		(14,47)	(13,90)	(4,07)	(16,28)	(23,36)

Continua

Continuação e conclusão

Espécie	Posição longitudinal	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOE MPa	MOR MPa
<i>Qualea sp</i>	Base	0,716	0,649	11,90	10062,51a	95,12 a
		(7,44)	(7,48)	(3,39)	(11,33)	(12,57)
	Meio	0,712	0,646	11,50	10870,97a	104,44a
		(6,86)	(6,88)	(4,64)	(14,16)	(12,91)
	Topo	0,700	0,627	11,16	10482,62a	98,56a
		(6,15)	(5,87)	(4,66)	(13,23)	(21,36)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Analisando a variação da resistência ao longo do fuste em cada espécie especificamente no módulo de elasticidade, pode-se notar que a espécie *Trattinnickia burserifolia* apresentou diferença estatística significativa entre as posições do meio e topo da árvore. Já a posição base da árvore não apresentou diferença estatística significativa ao meio, assim como topo se igualou estatisticamente à base da árvore. Quanto ao módulo de ruptura para a mesma espécie não apresentou diferença estatística significativa nas diferentes posições ao longo do fuste.

A *Terminalia amazonia* foi a espécie que apresentou os maiores valores médios para o módulo de elasticidade e de ruptura nas diferentes posições ao longo do fuste.

Para as espécies *Terminalia amazonia*, *Guarea sp* e *Qualea sp* não ocorreu diferença significativa nas diferentes posições longitudinais ao longo do fuste no módulo de ruptura e de elasticidade da espécie, sendo este resultado bastante adequado para a melhor utilização da madeira.

4.5.5 Compressão paralela às fibras na madeira em condição verde.

Na Tabela 20 são apresentados os valores médios dos módulos de ruptura e elasticidade obtidos a partir do ensaio de compressão paralela às fibras na condição verde.

TABELA 20 - RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NO ESTADO VERDE.

Espécie	ME verde (g/cm ³)	ME básica (g/cm ³)	TU (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,762 (9,95)	0,483 (6,69)	58,57 (33,70)	29,36 c (7,95)	12.213 b (25,58)
<i>Terminalia amazonia</i>	1,005 (5,88)	0,675 (8,23)	49,55 (23,33)	46,15 a (17,64)	16.312 a (26,63)
<i>Guarea</i> sp	1,013 (11,08)	0,570 (9,80)	77,49 (23,25)	32,97 b (10,04)	15.236 a (28,62)
<i>Qualea</i> sp	1,074 (5,00)	0,623 (5,66)	73,58 (9,68)	43,28 a (11,40)	16.289 a (27,32)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Ao analisar a coluna da Tabela 20 em que são apresentadas as médias do módulo de ruptura, nota-se que as espécies *Terminalia amazonia* (46,15 MPa) e *Qualea* sp (43,28 MPa) são estatisticamente iguais entre si e superiores ao módulo de ruptura das demais espécies.

O menor valor médio para o módulo de ruptura em compressão paralela foi obtido a partir da espécie *Trattinnickia burserifolia*, diferenciando-se estatisticamente das demais espécies e apresentando ainda a menor ME básica com 0,483g/cm³.

Para o módulo de elasticidade na condição verde pode-se notar que a *Guarea* sp, a *Qualea* sp e a *Terminalia amazonia* não foi constatada diferença estatística significativa entre elas, enquanto que a *Trattinnickia burserifolia* apresentou o valor médio de 12.213 MPa, sendo estatisticamente inferior as demais espécies em estudo e ainda obtendo a menor ME no estado verde com 0,762g/cm³.

Diante do exposto na Tabela 20, a amostragem da espécie *Trattinnickia burserifolia*, apresentou o coeficiente de variação de 7,95% para MOR e 25,58% para MOE, classificando de acordo com Pimentel Gomes (1985), o CV para MOR de baixa dispersão com dados homogêneos e CV para MOE de média dispersão com dados razoavelmente homogêneos.

Para a espécie *Terminalia amazonia*, o CV para MOR e MOE é classificado como de média dispersão, sendo os dados razoavelmente homogêneos.

A espécie *Guarea* sp, apresentou CV de 10,04% para MOR e 28,62% para MOE, o que considera CV para MOR de baixa dispersão, dados homogêneos e CV para MOE de média dispersão, dados razoavelmente homogêneos. A espécie

Qualea sp, o coeficiente de variação de baixa dispersão para MOR e alta dispersão para MOE.

Considerando os resultados apresentados na Tabela 20 para as espécies *Terminalia amazonia* (46,15 MPa) e *Qualea* sp (43,28), para o ensaio de compressão paralela, para o módulo de ruptura no estado verde, pode-se fazer uma analogia aos resultados médios apresentado pelas espécies *Apuleia molaris* e *Hymenolobium excelsum* respectivamente, ambas utilizadas em larga escala no Estado do Acre.

Para o módulo de elasticidade na condição verde, nota-se que de acordo com a Tabela 20 as espécies *Terminalia amazonia* e *Guarea* sp apresentam valores próximos a espécies florestais madeireiras utilizadas no estado do Acre que são a *Calycophyllum spruceanum* e *Cordia goeldiana* com 16.312,00 e 15.236,00 MPa respectivamente.

4.5.6 Compressão paralela às fibras em umidade de equilíbrio de 12%.

Os resultados obtidos a partir da realização do ensaio de compressão paralela nas amostras com 12% de umidade podem ser visualizados na Tabela 21.

TABELA 21 - RESULTADOS DA COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NA CONDIÇÃO DE 12%.

Espécie	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,572	0,517	10,62	46,13 d	14.719,4 c
	(7,47)	(6,74)	(14,40)	(8,61)	(21,21)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,818	0,731	11,89	69,10 a	20.427,20 a
	(8,65)	(8,26)	(6,47)	(8,57)	(21,01)
<i>Guarea</i> sp	0,699	0,631	10,72	59,05 c	18.248,50 b
	(12,65)	(12,45)	(7,41)	(10,59)	(19,11)
<i>Qualea</i> sp	0,729	0,658	10,75	63,06 b	17.350,40 b
	(2,99)	(2,93)	(9,53)	(11,69)	(23,22)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

O maior valor médio para o módulo de ruptura em compressão paralela foi obtido a partir da espécie *Terminalia amazonia*, e estatisticamente diferente das demais espécies. Pode-se observar ainda que todas as espécies em análise diferenciam-se estatisticamente entre si para o módulo de ruptura.

O maior valor médio para o módulo de elasticidade em compressão paralela foi obtido também a partir da espécie *Terminalia amazonia*, apresentando diferença estatística significativa das demais espécies. A *Trattinnickia burserifolia* foi a espécie que apresentou o menor valor médio, apresentando diferença estatística significativa das demais espécies. A *Guarea* sp e a *Qualea* sp apresentaram valores médios estatisticamente iguais entre si.

Diante do exposto pela Tabela 21, os resultados demonstraram que as espécies *Trattinnickia burserifolia* e *Terminalia amazonia* obtiveram coeficiente de variação de baixa dispersão para o módulo de ruptura e dados homogêneos e coeficiente de variação de média dispersão e dados razoavelmente homogêneos para o módulo de elasticidade. A espécie *Guarea* sp apresentou CV de baixa dispersa, de acordo com a classificação de Pimental Gomes (1985), para o módulo de ruptura e elasticidade e dados homogêneos. Diferentemente da *Qualea* sp que o CV de baixa dispersão para o MOR e média dispersão para o MOR e dados razoavelmente homogêneos.

De acordo com Oliveira (2007), a resistência à compressão depende da massa específica da madeira e aumenta com o aumento desta. Este fato pode ser evidenciado a partir dos resultados da espécie *Terminalia amazonia* que possui a maior massa específica e a maior resistência à compressão das espécies estudadas, com o MOE de 20.427,20 MPa e MOR de 69,10 MPa.

Em comparação com resultados encontrados em outras pesquisas realizadas, pode-se observar que a espécie *Guarea* sp, apresentou valor médio para o módulo de ruptura em compressão paralela de 59,05 MPa, que aproxima-se ao encontrado para a espécie *Hymenolobium excelsum* que é de 63,15 MPa à 12% de umidade. Assim como a espécie *Cedrela odorata* que apresenta valor médio de 52,47 MPa, podendo ser comparado a espécie *Qualea* sp.

4.5.7 Compressão paralela às fibras no estado verde nas diferentes posições longitudinais.

Na Tabela 22 são apresentados os valores médios do módulo de ruptura e módulo de elasticidade à compressão paralela para diferentes posições ao longo do fuste no estado verde.

TABELA 22 - RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,813	0,489	66,63	29,31 a	11.704 a
		(9,12)	(5,61)	(25,59)	(6,39)	(14,55)
	Meio	0,734	0,471	56,32	29,71 a	12.211 a
		(8,00)	(4,62)	(30,62)	(7,00)	(10,19)
	Topo	0,747	0,489	54,01	29,61 a	12.062 a
		(9,81)	(8,78)	(43,00)	(6,41)	(16,35)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	1,019	0,667	53,20	44,26 a	15.369 b
		(5,03)	(6,69)	(19,20)	(18,85)	(13,40)
	Meio	0,998	0,690	45,15	48,20 a	19.057 a
		(6,38)	(8,94)	(18,63)	(14,43)	(28,81)
	Topo	0,996	0,667	50,31	45,98 a	14.931 b
		(6,22)	(8,79)	(28,54)	(19,51)	(25,00)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,995	0,541	81,88	31,79 a	14.265 a
		(8,51)	(10,01)	(20,40)	(6,67)	(24,12)
	Meio	1,023	0,586	74,77	33,96 a	16.760 a
		(13,08)	(10,91)	(22,03)	(11,02)	(31,04)
	Topo	1,022	0,582	76,06	33,16 a	14.683 a
		(11,43)	(6,40)	(27,26)	(10,91)	(27,75)
<i>Qualea</i> sp	Base	1,077	0,616	78,24	39,24 b	15.672 a
		(6,68)	(9,03)	(8,29)	(10,15)	(19,69)
	Meio	1,067	0,624	71,12	44,70 a	16.361 a
		(4,87)	(2,47)	(9,60)	(8,07)	(20,57)
	Topo	1,079	0,689	71,75	45,98 a	15.623 a
		(2,93)	(3,43)	(8,18)	(9,90)	(22,69)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com a Tabela 22 pode-se observar que para a espécie *Trattinnickia burserifolia* não foi observada diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais ao longo do fuste para MOE e MOR.

Para espécie *Terminalia amazonia* não foi observada diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais para MOR. Já para MOE ocorreu uma diferença estatística significativa na posição do meio da árvore que apresentou o valor médio de 19.057 MPa.

A *Guarea* sp apresentou valores médios homogêneos, não apresentando desta forma, diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais tanto para MOR quanto para o MOE.

Foi constatada diferença significativa na posição longitudinal base na espécie *Qualea* sp com o valor médio de 39,24 MPa. Para a base da árvore, os resultados demonstram que o maior valor médio foi obtido a partir da *Terminalia amazonia* e o menor valor médio desta posição base foi a espécie *Trattinnickia burserifolia*

Entre as 4 espécies estudadas pode-se observar que a *Terminalia amazonia* apresentou o maior valor médio de todas as espécies para o módulo de ruptura e módulo de elasticidade. Segundo Larson, Nichols e Dadswell (2001) tanto o módulo de ruptura como o módulo de elasticidade são altamente correlacionados com a massa específica, e no caso da *Terminalia amazonia* pode ser explicado pela sua alta massa específica cujo valor médio encontrado foi de 1,004 g/cm³.

4.5.8 Compressão paralela às fibras à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.

Na Tabela 23 são apresentados os valores médios do módulo de ruptura e módulo de elasticidade à compressão paralela para diferentes posições ao longo do fuste à 12% de umidade.

TABELA 23 - RESULTADOS MÉDIOS DE COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,571	0,513	11,29	43,54 b	13.945,7 a
		(7,16)	(6,25)	(17,88)	(9,90)	(20,76)
	Meio	0,557	0,505	10,19	48,20 a	14.982,2 a
		(4,91)	(4,29)	(7,64)	(3,55)	(9,32)
	Topo	0,587	0,531	10,44	46,37 ab	15.144,4 a
		(8,98)	(8,20)	(10,08)	(8,93)	(28,83)

Continua

Continuação e conclusão

Espécie	Posição longitudinal	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	0,818	0,729	12,07	67,72 a	20.105,4 a
		(7,52)	(6,89)	(7,05)	(6,55)	(15,19)
	Meio	0,817	0,730	11,85	69,81 a	21.550,2 a
		(10,84)	(10,42)	(7,43)	(8,29)	(24,50)
	Topo	0,820	0,734	11,74	69,80 a	19.578,9 a
		(7,66)	(7,45)	(4,39)	(10,55)	(21,68)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,652	0,590	10,43	57,00 a	17.438,6 a
		(12,75)	(12,56)	(4,48)	(9,22)	(22,57)
	Meio	0,715	0,643	10,58	58,94 a	18.778,2 a
		(14,27)	(14,02)	(9,41)	(11,24)	(17,70)
	Topo	0,730	0,660	11,15	61,21 a	18.438,6 a
		(7,97)	(7,98)	(5,52)	(10,48)	(17,82)
<i>Qualea</i> sp	Base	0,731	0,657	11,14	59,83 b	17.815,2 a
		(2,52)	(2,29)	(7,94)	(13,07)	(29,26)
	Meio	0,733	0,662	10,69	65,93 a	19.909,3 a
		(1,98)	(1,71)	(11,62)	(8,32)	(17,73)
	Topo	0,725	0,656	10,41	63,42 ab	16.326,6 a
		(4,14)	(4,37)	(7,75)	(12,04)	(20,91)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Na espécie *Trattinnickia burserifolia* foi observada diferença estatística significativa entre a base e o meio do fuste da árvore. Já nas posições longitudinais base e topo não ocorreram diferença estatística significativa. Assim como as posições meio e o topo do fuste que não foi observada diferença estatística significativa para os resultados do módulo de ruptura compressão paralela às fibras. Ainda para a mesma espécie não foi observada diferença estatística significativa entre as diferentes posições longitudinais no módulo de elasticidade encontrado para a espécie.

Para a espécie *Terminalia amazonia* os resultados médios de compressão paralela às fibras à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais não apresentou diferença estatística significativa entre as mesmas para as variáveis MOR e MOE, respectivamente.

A espécie *Guarea* sp apresentou comportamento igual ao da espécie *Terminalia amazonia*, não ocorrendo diferenças estatísticas significativas entre as diferentes posições longitudinais tanto para MOR e MOE.

Na espécie *Qualea* sp os resultados médios de compressão paralela às fibras à 12% de umidade para o MOE demonstraram não haver diferença estatística significativa nas diferentes posições ao longo do fuste. Já para MOR, a posição base demonstrou diferença estatística significativa do meio do fuste, mas é estatisticamente igual aos valores médios apresentados na seção topo.

Pode-se notar que a espécie que apresentou o maior valor médio para o módulo de elasticidade e módulo de ruptura nas diferentes longitudinais foi a espécie *Terminalia amazonia*. O que pode ser relacionado com o valor da ME à 12%, que foi o maior valor médio obtido de todas as espécies com 0,818 g/cm³.

4.5.9 Cisalhamento na madeira em condição verde

Na Tabela 24, são apresentados os valores médios determinados para a propriedade de resistência ao cisalhamento na condição verde, juntamente com seus respectivos coeficientes de variação e comparação de médias entre as espécies.

TABELA 24 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO NO ESTADO VERDE.

Espécie	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Cisalhamento (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,724	0,477	52,26	7,62 c
	(13,38)	(7,21)	(39,58)	(13,66)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,998	0,672	49,01	10,11 a
	(8,25)	(9,05)	(27,93)	(13,35)
<i>Guarea</i> sp	0,999	0,578	72,98	9,03 b
	(11,18)	(10,22)	(16,06)	(12,15)
<i>Qualea</i> sp	1,006	0,618	62,77	9,94 a
	(6,15)	(4,54)	(12,10)	(11,38)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Os resultados médios de resistência ao cisalhamento no estado verde demonstram que a maior resistência média aos esforços de cisalhamento foi a *Terminalia amazonia* (10,11MPa), no entanto a *Qualea* sp, ainda que tenha apresentado valores inferiores, estatisticamente esta não se diferenciou significativamente da *Terminalia amazonia*.

Fazendo uma comparação com algumas espécies utilizadas pelo setor moveleiro do estado do Acre de acordo com o Quadro 1, pode-se notar que os valores médios de resistência ao cisalhamento das espécies *Terminalia amazonia*, *Guarea* sp e *Qualea* sp aproximam-se aos valores médios das espécies *Hymenolobium excelsum*, *Ceiba pentrada* e *Astronium lecointei* com os valores de 10,98 MPa, 9,61 MPa e 9,81 MPa respectivamente.

Os resultados para a amostragem de 54 corpos de prova das espécies indicaram coeficiente de variação de baixa dispersão, sendo assim os dados são considerados homogêneos.

4.5.10 Cisalhamento na condição de umidade de equilíbrio de 12%.

Na Tabela 25 são apresentados os valores médios obtidos a partir do ensaio de cisalhamento na condição seca a 12% de umidade.

TABELA 25 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO À 12% DE UMIDADE.

Espécie	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Cisalhamento (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,580	0,515	12,72	11,02 b
	(6,39)	(6,30)	(10,70)	(19,48)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,818	0,720	13,58	12,84 a
	(8,02)	(7,83)	(5,56)	(12,69)
<i>Guarea</i> sp	0,721	0,636	13,33	12,87 a
	(12,30)	(12,27)	(5,71)	(20,87)
<i>Qualea</i> sp	0,734	0,653	12,52	11,26 b
	(3,16)	(3,17)	(7,32)	(18,15)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Conforme pode ser observado, a espécie *Terminalia amazonia* e a *Guarea* sp apresentaram os maiores valores médios, sendo estas estatisticamente iguais entre

si. A espécie *Trattinnickia burserifolia* e a *Qualea* sp apresentaram valores médios inferiores, no entanto não ocorreu diferença estatística significativa entre elas.

As espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Guarea* sp e *Qualea* sp indicaram CV de média dispersão, e os dados são considerados razoavelmente homogêneos.

Comparando os valores médios de resistência ao cisalhamento à 12% de umidade das espécies *Guarea* sp e *Qualea* sp, pode-se notar que são compatíveis aos valores médios apresentados no Quadro 1 da espécie *Hymenolobium excelsum*.

4.5.11 Cisalhamento no estado verde nas diferentes posições longitudinais

A Tabela 26 apresenta o comportamento da resistência ao cisalhamento de acordo com a variação longitudinal no estado verde.

TABELA 26 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Cisalhamento (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,806	0,486	66,85	7,72 a
		(12,67)	(7,37)	(37,57)	(15,67)
	Meio	0,670	0,464	44,74	7,39 a
		(7,71)	(6,25)	(27,44)	(13,71)
	Topo	0,697	0,482	45,19	7,75 a
		(9,50)	(7,49)	(32,40)	(11,58)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	1,023	0,683	50,06	10,02 a
		(6,56)	(7,30)	(15,79)	(9,96)
	Meio	0,995	0,654	52,97	9,87 a
		(10,40)	(9,19)	(34,02)	(13,82)
	Topo	0,973	0,681	43,71	10,47 a
		(6,87)	(10,33)	(27,93)	(15,63)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,973	0,559	74,22	8,82 a
		(12,72)	(11,51)	(13,71)	(12,98)
	Meio	1,007	0,575	74,99	9,16 a
		(11,07)	(7,62)	(17,01)	(12,12)
	Topo	1,015	0,600	69,72	9,11 a
		(9,86)	(10,43)	(17,25)	(11,72)

Continua

Continuação e conclusão

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Cisalhamento (MPa)
<i>Qualea</i> sp	Base	1,005	0,612	64,22	9,21 b
		(7,94)	(5,61)	(16,94)	(11,09)
	Meio	0,997	0,614	62,40	10,21 a
		(4,89)	(3,48)	(7,79)	(11,34)
	Topo	1,015	0,627	61,70	10,39 a
		(5,41)	(4,15)	(9,48)	(8,34)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Na espécie *Trattinnickia burserifolia* os valores médios de resistência ao cisalhamento no estado verde nas diferentes posições ao longo do fuste não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Apesar de a ME básica ser maior na posição da base não teve influência na resistência da mesma. A *Trattinnickia burserifolia* foi a espécie que apresentou os menores valores de resistência ao cisalhamento no estado verde dentre as demais espécies estudadas, podendo esse resultado ser ligado a sua ME básica e verde que também foi a menor encontrada nas espécies analisadas.

Na *Terminalia amazonia* assim como na *Guarea* sp não ocorreu diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais. A espécie *Qualea* sp foi a única que apresentou diferença estatística significativa entre as diferentes posições ao longo do fuste. A base da árvore apresentou o valor médio mais baixo obtido com o valor de 9,21 MPa.

4.5.12 Cisalhamento à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais

A Tabela 24 apresenta o comportamento da resistência ao cisalhamento de acordo com a variação longitudinal ao longo do fuste.

TABELA 27 - RESULTADOS MÉDIOS DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO À 12% DE UMIDADE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME_{12%} (g/cm³)	ME_{básica} (g/cm³)	TU (%)	Cisalhamento (MPa)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,588	0,521	12,78	10,66 a
		(6,14)	(6,01)	(9,96)	(23,69)
	Meio	0,568	0,505	12,33	10,86 a
		(6,07)	(5,91)	(17,77)	(19,00)
	Topo	0,586	0,520	12,66	11,52 a
		(6,62)	(6,73)	(10,62)	(16,05)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	0,849	0,748	13,46	12,51 a
		(7,13)	(6,73)	(6,40)	(12,33)
	Meio	0,793	0,699	13,54	12,78 a
		(8,39)	(8,20)	(5,14)	(11,05)
	Topo	0,812	0,714	13,74	13,23 a
		(7,42)	(7,35)	(5,19)	(14,41)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,696	0,615	13,19	12,91 a
		(11,65)	(11,32)	(5,57)	(21,70)
	Meio	0,715	0,631	13,37	12,36 a
		(10,39)	(10,54)	(6,11)	(19,19)
	Topo	0,753	0,664	13,42	13,35 a
		(13,73)	(13,81)	(5,61)	(21,85)
<i>Qualea</i> sp	Base	0,730	0,646	12,90	11,56 a
		(3,94)	(4,08)	(5,31)	(18,42)
	Meio	0,736	0,654	12,56	10,60 a
		(2,31)	(2,26)	(5,35)	(20,99)
	Topo	0,737	0,657	12,09	11,61 a
		(3,12)	(2,86)	(9,60)	(14,53)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com a Tabela 27, pode-se observar que todas as espécies ensaiadas não apresentaram diferença estatística significativa da resistência ao cisalhamento à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.

A espécie que apresentou os maiores valores médios da resistência ao cisalhamento à 12% nas posições base e topo do fuste foi a *Guarea* sp. Já para a posição meio da árvore a espécie que obteve os maiores valores médios foi a *Terminalia amazonia* com 12,78 MPa. Fato esse que pode estar ligado a ME à 12% da espécie que foi o maior valor de todas as espécies para a posição meio com o valor de 0,793 g/cm³.

4.5.13 - Dureza Janka na madeira em condição verde

Na Tabela 28 são apresentados os resultados médios da dureza Janka na condição verde, obtidos através dos valores coletados nas três faces avaliadas.

TABELA 28 - RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA NO ESTADO VERDE.

Espécie	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Dureza tangencial (N)	Dureza radial (N)	Dureza longitudinal (N)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,762 (10,49)	0,478 (5,89)	59,62 (31,12)	3.045,48 c (15,94)	2.977,57 c (16,62)	3.141,09 b (12,17)
<i>Terminalia amazonia</i>	1,029 (7,94)	0,682 (8,75)	51,81 (30,66)	6.202,61 a (15,80)	6.193,83 a (17,10)	6.226,50 a (14,63)
<i>Guarea</i> sp	1,010 (13,26)	0,578 (11,75)	75,75 (16,54)	4.775,80 b (22,41)	4.762,44 b (22,29)	4.723,32 c (15,61)
<i>Qualea</i> sp	1,043 (4,96)	0,614 (4,79)	70,28 (11,88)	4.933,84 b (14,61)	4.827,04 b (13,85)	5.213,87 a (16,17)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Nos resultados sintetizados na Tabela 28, dos valores médios de dureza Janka no estado verde, pode-se observar que a espécie que apresentou o maior valor para a propriedade em questão foi a *Terminalia amazonia*, com médias (6.202,61 N) para dureza tangencial, (6.193,83 N) para dureza radial e (6.226,50 N) para dureza longitudinal. A *Qualea* sp, ainda que tenha apresentado valores inferiores, estatisticamente não se diferenciou significativamente da *Terminalia amazonia* na dureza longitudinal. A *Trattinnickia burserifolia* apresentou resultados inferiores ao da *Terminalia amazonia* e se apresentou diferença estatística significativa das demais espécies nas três variáveis de dureza Janka no estado verde.

De acordo com a Tabela 28 a espécie *Trattinnickia burserifolia* apresenta na dureza radial o valor médio de 2.977,57 N, valor próximo ao encontrado para a espécie *Cedrela odorata* para a mesma direção. Já a *Terminalia amazonia* apresentou valor médio próximo ao encontrado para a espécie *Astronium lecointei* que é de 6590,06N para a mesma direção.

Na direção longitudinal pode-se fazer uma analogia aos valores médios resultantes das espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea sp* aos encontrados para as espécies *Torresea acreana*, *Couratari stellata* e *Carapa guianensis*.

4.5.14 Dureza Janka na condição de umidade de equilíbrio de 12%.

Também foram analisados os dados das amostras no estado seco submetidas ao ensaio de Dureza Janka nas diferentes faces da madeira. Na Tabela 26 pode ser observada a dureza média obtida nos ensaios efetuados a 12% de umidade.

TABELA 29 - RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA À 12% DE UMIDADE.

Espécie	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Dureza tangencial (N)	Dureza radial (N)	Dureza longitudinal (N)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,570 (6,44)	0,514 (6,33)	10,91 (9,34)	3.511,89 c (15,52)	3.578,82 c (14,49)	5.003,62 c (12,16)
<i>Terminalia amazonia</i>	0,840 (8,75)	0,757 (8,50)	10,94 (7,35)	7.840,45 a (16,99)	7.776,46 a (19,60)	8.942,08 a (14,27)
<i>Guarea sp</i>	0,707 (10,90)	0,642 (11,45)	10,19 (11,24)	5.521,14 b (18,39)	5.618,84 b (18,19)	8.088,52 b (16,67)
<i>Qualea sp</i>	0,727 (2,97)	0,653 (3,01)	11,30 (6,72)	5.615,46 b (10,72)	5.602,69 b (10,95)	8.014,05 b (12,98)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

Considerando a direção tangencial da madeira, temos que a espécie *Terminalia amazonia* foi a que apresentou maior valor médio na das espécies apresentando diferença estatística significativa das demais. A *Guarea sp* e a *Qualea sp* apresentaram médias estatisticamente iguais enquanto que a *Trattinnickia*

burserifolia apresentou o menor valor médio (3.511,89 N) sendo significativamente inferior a dureza Janka das demais espécies na direção tangencial.

Quando considerado a face radial da madeira, o comportamento das médias foi semelhante ao ocorrido quando considerado a face tangencial, onde a *Terminalia amazonia* se destaca com maior média. Já as espécies *Guarea* sp e a *Qualea* sp apresentam médias iguais estatisticamente e a *Trattinnickia burserifolia* apresentando a menor média.

E quanto a face longitudinal, o comportamento das médias de dureza Janka seguiu o mesmo padrão observado nos casos anteriores.

Comparando os valores médios de ensaios de dureza no sentido radial obtidos neste experimento com os resultados da literatura, verifica-se que as espécies *Cedrela odorata* e *Apuleia molaris*, que apresentam respectivamente os valores de 7.472,67 e 7.305,95 N, demonstraram valores aproximados ao da *Terminalia amazonia* à 12% de umidade que foi 7.776,46N. Ainda fazendo analogia, pode-se comparar os resultados encontrados no Quadro 1 da espécie *Astronium lecointei* com 8659,27N com os resultados médios desta pesquisa para a espécie *Terminalia amazonia* para o mesmo sentido.

4.5.15 Dureza Janka no estado verde nas diferentes posições longitudinais.

Na Tabela 30 são apresentados os valores médios de dureza de acordo com a face avaliada no estado verde nas diferentes posições longitudinais resultante para as quatro espécies. Estão presentes ainda, o resultado de massa específica na condição verde, massa específica básica e teor de umidade, calculadas com as amostras de dureza Janka.

TABELA 30 - RESULTADOS MÉDIOS DE DUREZA JANKA NO ESTADO VERDE NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS.

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Dureza tangencial (N)	Dureza radial (N)	Dureza longitudinal (N)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,801	0,476	68,77	3.098,03 a	3.019,87 a	3.160,06 a
		(12,14)	(6,03)	(34,18)	(16,60)	(18,25)	(12,98)
	Meio	0,731	0,469	56,01	2.950,22 a	2.820,31 a	3.013,04 a
		(7,60)	(4,72)	(21,44)	(13,07)	(14,67)	(10,30)
	Topo	0,751	0,490	53,89	3.077,60 a	3.083,78 a	3.243,06 a
		(8,90)	(6,19)	(28,07)	(17,77)	(16,07)	(12,34)

Continua

Continuação e conclusão

Espécie	Posição longitudinal	ME _{verde} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Dureza tangencial (N)	Dureza radial (N)	Dureza longitudinal (N)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	1,068 (4,79)	0,699 (6,52)	53,91 (26,62)	6.527,96 a (10,25)	6.591,81 a (11,69)	6.521,99 a (7,69)
	Meio	1,001 (9,33)	0,677 (9,41)	48,59 (32,44)	5.959,4 a (18,67)	5.916,11 a (19,06)	5.814,91 b (15,24)
	Topo	1,018 (8,21)	0,668 (10,11)	53,53 (33,80)	6.110,19 a (17,53)	6.058,55 a (19,51)	6.357,10 ab (18,06)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,999 (14,49)	0,562 (10,79)	77,23 (14,09)	4.495,64 a (22,51)	4.526,10 a (21,72)	4.487,36 a (14,26)
	Meio	1,017 (15,40)	0,585 (13,34)	76,88 (18,48)	4.932,28 a (25,27)	4.882,27 a (25,90)	4.789,98 a (16,98)
	Topo	1,015 (9,97)	0,588 (11,02)	73,21 (17,35)	4.899,48 a (19,04)	4.878,94 a (18,98)	4.892,62 a (14,89)
<i>Qualea</i> sp	Base	1,050 (3,87)	0,597 (3,84)	75,90 (10,11)	4.524,62 b (9,91)	4.447,79 b (9,93)	4.583,76 b (9,40)
	Meio	1,015 (5,93)	0,603 (2,61)	68,19 (14,28)	4.694,06 b (10,48)	4.601,88 b (12,29)	4.977,96 b (10,77)
	Topo	1,064 (3,90)	0,640 (4,39)	66,76 (5,32)	5.582,84 a (12,58)	5.431,44 a (9,84)	6.079,88 a (11,26)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

A partir dos resultados da Tabela 30 pode-se constatar que nas três faces avaliadas que a espécie *Trattinnickia burserifolia* não apresentou diferença estatística significativa ao longo do fuste em que foram realizados os ensaios de dureza Janka.

Para a espécie *Terminalia amazonia* a dureza no estado verde nas diferentes posições longitudinais não ocorreu diferença estatística significativa no sentido tangencial e radial. Ocorreu diferença estatística significativa no sentido longitudinal das árvores para as posições base e meio.

Para a espécie *Guarea* sp pode-se constatar que as três faces avaliadas não apresentou diferença estatística significativa nas diferentes posições longitudinais.

Resultados dos valores médios de dureza para a espécie *Qualea* sp nas posições base e meio do fuste não apresentaram diferença estatística significativa em todos os sentidos. Já a posição topo da árvore ocorreu diferente estatística significativa nos sentidos tangencial, radial e longitudinal com os valores 5.582,84 N, 5.431,44 N e 6.079,88 respectivamente.

4.5.16 Dureza Janka à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais

Na Tabela 31 são apresentados os valores médios de dureza de acordo com a face avaliada nas diferentes posições longitudinais à 12% de umidade.

TABELA 31 - DUREZA JANKA À 12% NAS DIFERENTES POSIÇÕES LONGITUDINAIS

Espécie	Posição longitudinal	ME _{12%} (g/cm ³)	ME _{básica} (g/cm ³)	TU (%)	Dureza tangencial (N)	Dureza radial (N)	Dureza longitudinal (N)
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Base	0,569	0,511	11,47	3.452,08 a	3.467,28 a	4.785,94 a
		(6,14)	(6,06)	(8,55)	(14,91)	(15,03)	(13,01)
	Meio	0,560	0,506	10,61	3.390,54 a	3.511,81 a	5.017,60 a
		(4,62)	(4,52)	(6,50)	(14,65)	(12,93)	(10,71)
	Topo	0,580	0,524	10,67	3.693,05 a	3.733,36 a	5.207,30 a
		(7,88)	(7,69)	(10,74)	(16,24)	(14,97)	(11,889)
<i>Terminalia amazonia</i>	Base	0,843	0,759	10,63	7.871,53 a	7.679,23 a	8.505,74 a
		(8,30)	(8,02)	(7,72)	(15,37)	(21,06)	(10,40)
	Meio	0,846	0,760	11,23	7.768,83 a	7.794,95 a	9.135,68 a
		(10,92)	(10,49)	(8,31)	(21,04)	(21,50)	(16,84)
	Topo	0,832	0,750	10,96	7.881,03 a	7.855,18 a	9.184,83 a
		(6,93)	(7,00)	(4,92)	(14,97)	(17,09)	(13,88)
<i>Guarea</i> sp	Base	0,706	0,642	10,19	5.591,21 a	5.707,72 a	8.184,93 a
		(12,16)	(12,91)	(14,12)	(20,49)	(20,20)	(18,80)
	Meio	0,710	0,645	10,06	5.740,92 a	5.768,71 a	8.314,13 a
		(11,10)	(11,40)	(9,65)	(22,12)	(25,32)	(18,64)

Continua

Continuação e conclusão

<i>Qualea</i> sp	Topo	0,718 (12,30)	0,651 (12,85)	10,31 (9,90)	5.760,84 a (23,30)	5.810,90 a (20,30)	8.250,96 a (20,41)
	Base	0,727 (2,39)	0,650 (2,19)	11,78 (4,50)	5.433,75 a (6,84)	5.497,03 a (6,24)	7.787,23 b (8,21)
	Meio	0,723 (2,88)	0,649 (2,92)	11,28 (6,63)	5.623,97 a (8,70)	5.447,21 a (10,05)	7.571,71 b (13,71)
	Topo	0,730 (3,57)	0,658 (3,66)	10,87 (6,64)	5.846,70 a (12,99)	5.857,95 a (13,59)	8.670,60 a (12,26)

ME: Massa específica; TU: Teor de umidade; MOR: Módulo de Ruptura; MOE: Módulo de Elasticidade; Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação entre as amostras.

De acordo com a Tabela 31, nota-se que as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Guarea sp* não apresentaram diferença estatística significativa nas três posições longitudinais nas três faces avaliadas.

Observa-se que a *Terminalia amazonia* apresentou o maior valor médio nos três sentidos avaliados, sendo os valores médios mais elevados nas três posições longitudinais de todas as espécies analisadas.

Para a espécie *Qualea* sp os valores médios de dureza não demonstraram diferença estatística significativa nas diferentes posições ao longo do fuste quando consideradas as faces tangencial e radial. Em relação à face longitudinal, as posições base e o meio da árvore são iguais estatisticamente, diferindo apenas da posição topo que apresentou o valor de 8.670,60N sendo o maior valor médio para a espécie.

4. 6 CORRELAÇÕES ENTRE PROPRIEDADES

4.6.1 Correlações entre massa específica e propriedades mecânicas no estado verde.

Na Tabela 32 estão apresentadas as relações existentes entre a propriedade de massa específica e propriedades mecânicas no estado verde.

TABELA 32 - CORRELAÇÕES ENTRE MASSA ESPECÍFICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS NO ESTADO VERDE.

Espécie	Resistência					Dureza		
	Flexão estática		Compressão paralela		Cisalhamento	Tang	Rad	Trans
	MOR	MOE	MOR	MOE				
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0.9846**	0.7636**	0.2038ns	-0.0804ns	0.7274**	0.7013**	0.7327**	0.6967**
<i>Terminalia amazonia</i>	0.9216**	0.8035**	0.5930**	0.3688**	0.4521**	0.6780**	0.7275**	0.4861**
<i>Guarea</i> sp	0.9722**	0.6118**	0.5221**	0.5346**	0.5732**	0.8391**	0.8694**	0.8201**
<i>Qualea</i> sp	0.9584**	0.6784**	0.3199*	-0.0699ns	0.4192**	0.8674**	0.8436**	0.8234**

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < 05$); ns não significativo ($p \geq 05$).

De acordo com os valores apresentados na Tabela anterior, verifica-se que a massa específica apresentou correlação significativa positiva com as propriedades de flexão estática da madeira para as quatro espécies estudadas. Já a propriedade mecânica de compressão paralela para a espécie *Trattinnickia burserifolia*, nota-se que não ocorreu correlação significativa para as duas variáveis de MOR e MOE. A propriedade de cisalhamento da madeira apresentou correlação positiva com a massa específica das quatro espécies estudadas. Para a propriedade de dureza Janka foi observado o mesmo comportamento para as três faces avaliadas.

4.6.2 Correlações entre massa específica e propriedades mecânicas à 12% de umidade.

Na Tabela 33 são apresentadas as relações existentes entre a propriedade de massa específica e propriedades mecânicas à 12%.

TABELA 33 - CORRELAÇÕES ENTRE MASSA ESPECÍFICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS À 12% DE UMIDADE.

Espécie	Resistência					Dureza		
	Flexão estática		Compressão paralela		Cisalhamento	Tang	Rad	Trans
	MOR	MOE	MOR	MOE				
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0.9441**	0.7719**	0.1081ns	0.2570 ns	0.5521**	0.8450**	0.4818**	0.7661**

Continua

Continuação e conclusão

<i>Terminalia amazonia</i>	0.9076**	0.7739**	0.4429**	0.6996**	0.2399ns	0.9530**	0.8867**	0.7094**
<i>Guarea sp</i>	0.9857**	0.7811**	0.7514**	0.4929**	0.4720**	0.9606**	0.9587**	0.9303**
<i>Qualea sp</i>	0.4397**	0.3720**	-0.1558ns	-0.1322ns	0.1534ns	0.6672**	0.6967**	0.4226**

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < 05$); ns não significativo ($p \geq 05$).

De acordo com os valores apresentados na Tabela anterior, verifica-se que a massa específica apresentou valores superiores a 0,70, indicando a forte correlação entre a maioria das propriedades estudadas. Dias e Lahr (2004), estudando 40 espécies de madeiras tropicais obtiveram coeficientes de determinação de 0,62 a 0,92 entre massa específica e propriedades mecânicas, em que os melhores coeficientes foram encontrados a partir da massa específica e a propriedade de dureza que foi o que ocorreu para as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Guarea sp*.

Haselein *et al.* (2002), complementam assegurando que existe uma estreita relação entre a massa específica e as propriedades mecânicas, sendo que, qualquer fator que acarrete alteração na primeira irá produzir efeitos nas últimas.

Correlações significativas positivas também foram observadas entre a massa específica básica e as propriedades mecânicas avaliadas, com exceção da compressão da espécie *Qualea sp*. que não apresentou correlação significativa que segundo Zhang (1994), as relações massa específica-propriedades mecânicas variam acentuadamente com a classe taxonômica, a categoria da madeira, bem como a própria propriedade em questão.

4.7 INDICAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE USO PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS.

O Quadro 1 apresenta um resumo das características físicas e mecânicas das espécies acreanas comercialmente utilizadas, as quais foram comparadas anteriormente com os resultados obtidos nesta pesquisa, e servem como base para a indicação das potenciais utilizações das mesmas.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE MADEIRAS UTILIZADAS NO SETOR MADEIREIRO DO ACRE									
Espécies		1 <i>Carapa guianensis</i> (Andiroba)	2 <i>Hymenolobium excelsum</i> (Angelim)	3 <i>Ceiba pentandra</i> (Samaúma)	4 <i>Torresea acreana</i> (Cerejeira)	5 <i>Courateri stellata</i> (Tauari)	6 <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Mulateiro)	7 <i>Astronium lecointei</i> (Aroeira)	8 <i>Peltogyne lecointei</i> (Roxinho)
PROPRIEDADES FÍSICAS									
Massa específica básica (g/cm³)		0,59	0,60		0,47		0,77		0,74
Massa específica aparente (g/cm³)		0,72	0,72	0,29	0,57	0,61	0,89	0,75	0,89
Retratibilidade Contrações (%)	Radial (%)	4,4	4,4	2,7	2,9	5,8	5,19	4,1	3,5
	Tangencial (%)	8,1	7,1	5,5	6,2	7,8	8,01	7,2	6,5
	Volumétrica (%)	12,6	10,3	9,3	9,3	13,4	13,09	11,0	10,7
	Coeficiente de anisotropia	1,84	1,61	2,03	2,13	1,34	1,57	1,75	1,85
PROPRIEDADES MECÂNICAS									
Compressão paralela às fibras	MOR – Madeira verde (MPa)		42,36				48,54		
	MOR – Madeira à 12%(MPa)		63,15				53,25		
	MOE – Madeira verde (MPa)	1447,00			10669,63		16184,79		20565,00
	MOE – Madeira à 12%(MPa)						17085,63		
Flexão estática	MOR – Madeira verde (MPa)	73,74	80,61		53,34		89,14	100,61	
	MOR – Madeira à 12%(MPa)	107,18	111,89	39,12	76,98		108,26	145,62	
	MOE – Madeira verde (MPa)	11375,71	10591,18	4216,85	8531,78	9316,00	11139,27	11277,64	17300,00
	MOE – Madeira à 12%(MPa)	11767,98	11866,05	4412,99	8629,85	10591,00	12081,40	12944,77	
Cisalhamento – Madeira verde (MPa)			10,98	9,61	8,53	6,8	12,84	9,81	14,90
Cisalhamento – Madeira à 12% (MPa)			12,30			8,5	15,88		
Dureza Janka – Madeira verde tangencial (N)									
Dureza Janka – Madeira à 12% tangencial (N)									
Dureza Janka – Madeira verde radial (N)		5717,27	9.992,98	1461,19	3246,00	6815,62		6590,06	9728,00
Dureza Janka – Madeira à 12% radial (N)		8247,39	14.317,71	2314,36	5099,45	8776,95		7688,41	
Dureza Janka – Madeira verde longitudinal (N)		5158,29	10.865,77	1304,28	3334,26	6658,71		6707,74	
Dureza Janka – Madeira à 12% longitudinal (N)		6276,25	13.542,98	1510,22	3912,85	6962,72		8659,27	
Indicação de uso		Móveis	Móveis	Laminação	Móveis	Móveis, laminação e construção civil	Construção civil	Móveis	Móveis e construção civil

QUADRO: 1 - PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS MAIS UTILIZADAS NO SETOR MADEIREIRO DO ACRE.
 FONTE: SOUZA (1987), FUNTAC (1991) E SFB (2015).

Continuação e conclusão								
Espécies	9 <i>Apuleia molaris</i> (Cumaru Cetim)	10 <i>Dipteryx odorata</i> (Cumaru ferro)	11 <i>Hymenaea courbaril</i> (Jatobá)	12 <i>Cordia goeldiana</i> (Freijó)	13 <i>Tabebuia</i> sp (Ipê)	14 <i>Cedrela odorata</i> (Cedro)	15 <i>Diploptropis purpurea</i> (Sucupira)	16 <i>Simarouba amara</i> (Marupá)
PROPRIEDADES FÍSICAS								
Massa específica básica (g/cm³)	0,75	0,87	0,76	0,48	0,87	0,39	0,74	0,38
Massa específica aparente (g/cm³)	0,76	1,07	0,95	0,59	1,02	0,47	0,90	
Retratibilidade Contrações (%)	Radial (%)	4,6	5,8	3,0	3,2	4,4	4,6	2,60
	Tangencial (%)	6,8	8,3	7,0	6,7	7,1	6,6	7,0
	Volumétrica (%)	12,3	12,0	11,0	9,1	10,3	9,7	11,8
	Coeficiente de anisotropia	1,47	1,43	2,33	2,09	1,61	1,52	2,26
PROPRIEDADES MECÂNICAS								
Compressão paralela às fibras	MOR – Madeira verde(MPa)	50,31	83,94				22,46	
	MOR – Madeira à 12%(MPa)	72,28	106,50				52,47	
	MOE – Madeira verde (MPa)			17651,97	14631,52			
	MOE – Madeira à 12%(MPa)							
Flexão estática	MOR – Madeira verde(MPa)	90,42	142,00		63,74	153,96	43,93	111,30
	MOR – Madeira à 12%(MPa)	124,74	163,08		91,39	184,07	75,31	143,47
	MOE – Madeira verde (MPa)	11375,71	15494,50	14709,97	8335,65	13042,84	8727,91	18436,50
	MOE – Madeira à 12%(MPa)	12160,25	15592,57		10198,91	15886,77	9708,58	8041,45
Cisalhamento – Madeira verde (MPa)		12,74	16,18	17,65	8,33	14,51	7,06	12,35
Cisalhamento – Madeira à 12% (MPa)								
Dureza Janka – Madeira verde tangencial (N)								
Dureza Janka – Madeira à 12% tangencial (N)								
Dureza Janka – Madeira verde radial (N)		6.256,64	12.562,32		4099,17	12660,38	2.814,51	7786,48
Dureza Janka – Madeira à 12% radial (N)		7.305,95	15.053,21		5962,44		7.472,67	9865,48
Dureza Janka – Madeira verde longitudinal (N)		7.060,79	13.189,94		3530,39	13778,34		7668,80
Dureza Janka – Madeira à 12% longitudinal (N)		8.286,62	14.680,56		4432,60			8296,42
Indicação de uso		Móveis e construção civil	Móveis e construção civil	Móveis e construção civil	Móveis	Móveis	Móveis	Móveis e construção civil

No Quadro 2 está apresentado o resumo das propriedades obtidas neste trabalho, juntamente com suas potenciais utilizações.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS RESULTANTES DESTA PESQUISA					
Espécies		17 <i>Trattinnickia burserifolia</i>	18 <i>Terminalia amazonia</i>	19 <i>Guarea</i> sp	20 <i>Qualea</i> sp
PROPRIEDADES FÍSICAS					
Massa específica básica (g/cm³)		0,375	0,633	0,519	0,551
Massa específica aparente (g/cm³)		0,551	0,781	0,693	0,725
Retratibilidade Contrações (%)	Radial (%)	3,36	4,70	5,50	4,74
	Tangencial (%)	5,99	7,48	9,24	7,80
	Volumétrica (%)	9,61	12,38	15,06	12,83
	Coeficiente de anisotropia	1,85	1,61	1,74	1,71
PROPRIEDADES MECÂNICAS					
Compressão paralela às fibras	MOR – Madeira verde(MPa)	29,36	46,15	32,97	43,28
	MOR – Madeira à 12%(MPa)	46,13	69,10	59,05	63,06
	MOE – Madeira verde (MPa)	12.213	16.312	15.236	16.289
	MOE – Madeira à 12%(MPa)	14.719,40	20.427,20	18.248,50	17.350,40
Flexão estática	MOR – Madeira verde(MPa)	55,80	80,61	59,92	77,18
	MOR – Madeira à 12%(MPa)	67,57	105,81	86,89	99,34
	MOE – Madeira verde (MPa)	7.058,34	9.783,70	7.549,06	8.794,51
	MOE – Madeira à 12%(MPa)	7.835,22	11.232,14	9.391,73	10.472,03
Cisalhamento – Madeira verde (MPa)		7,62	10,11	9,03	9,94
Cisalhamento – Madeira à 12% (MPa)		11,02	12,84	12,87	11,26
Dureza Janka – Madeira verde tangencial (N)		3.045,48	6.202,61	4.775,80	4.933,84
Dureza Janka – Madeira à 12% tangencial (N)		3.511,89	7.840,45	5.521,14	5.602,69
Dureza Janka – Madeira verde radial (N)		2.977,57	6.193,83	4.762,44	4.827,04
Dureza Janka – Madeira à 12% radial (N)		3.578,82	7.776,46	5.618,84	5.602,69
Dureza Janka – Madeira verde longitudinal (N)		3.141,09	6.226,50	4.723,32	5.213,87
Dureza Janka – Madeira à 12% longitudinal (N)		5.003,62	8.942,08	8.088,52	8.014,05
Indicação de uso		Móveis	Móveis e construção civil	Móveis	Móveis

QUADRO 2 – PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS RESULTANTES DESTA PESQUISA.

De acordo com os Quadros 1 e 2 pode-se observar que as espécie *Trattinnickia burserifolia* apresentou características semelhantes a *Simarouba amara*, *Torresea acreana* e *Cordia goeldiana*, todas estas indicadas para o uso na produção de móveis.

A espécie *Terminalia amazonia* apresenta grandes possibilidades de ser utilizada para construção civil por apresentar resistência mais elevada que o restante das espécies e propriedades compatíveis com as espécies tradicionalmente utilizadas no comercio madeireiro como, por exemplo, a *Hymenolobium excelsum* e *Carapa guianensis* que apresentam indicação de uso para a móveis, além das espécies *Calycophyllum spruceanum* e *Apuleia molaris* que podem ser utilizadas na construção civil também.

A *Guarea* sp apresentou propriedades semelhantes as espécies *Cordia goeldiana* e *Hymenolobium excelsum*, ambas com a indicação de uso para móveis.

A *Qualea* sp apresentaram propriedades semelhantes as espécies *Carapa guianensis* e *Hymenolobium excelsum* que possuem a indicação de uso para a produção de móveis;

Desta forma, pode-se notar que as espécies deste trabalho podem ser usadas na produção de móveis e na construção civil no setor produtivo do estado.

4.8 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

Os resultados obtidos no presente trabalho, juntamente com os dados das espécies acreanas comumente utilizadas pela indústria local, permitiu, além da indicação das potenciais utilizações das espécies estudadas, o agrupamento de espécies por meio da similaridade de suas propriedades físicas e mecânicas, conforme o dendrograma apresentado na Figura 32.

Dendrograma
Método do vizinho mais próximo,
Quadrado Euclidiano.

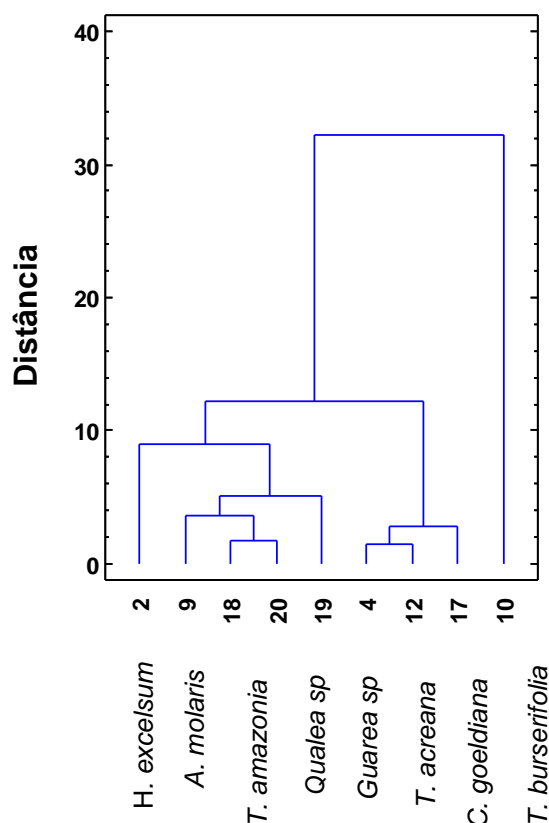


FIGURA 31 – DENDROGRAMA DE AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES POR SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS.

Observa-se no dendrograma, que as espécies 18, 19 e 20 (*Terminalia amazonia*, *Guarea* sp, *Qualea* sp) agrupam-se ou estão mais próximas das espécies 2 e 9 *Hymenolobium excelsum* (Angelim) e *Apuleia molaris* (Cumaru cetim). As espécies apresentaram propriedades físicas similares como, por exemplo, o fator de anisotropia que classificou o grupo como madeiras de qualidade normal, madeiras de média estabilidade. De acordo com Klitzke (2004), Logsdon, Finger e Borges (2008), madeiras com esse índice permite o uso para móveis como estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos. e na construção civil.

Já a espécie 17 (*Trattinnickia burserifolia*) está mais próxima em suas características físicas e mecânicas ou pertence ao grupo das espécies 4 e 12 *Torresea acreana* (Cerejeira) e *Cordia goeldiana* (Freijó) que tradicionalmente são usadas na produção de móveis.

Com os resultados pode-se notar que eles se aproximam aos encontrados na indicação de uso encontrados acima.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho é possível apresentar as seguintes conclusões:

- Só foi possível realizar a completa identificação botânica de duas espécies: a *Trattinnickia burserifolia* (Breu amescla) e *Terminalia amazonia* (Cinzeiro). Nas outras duas *Guarea* sp (Gitó) e *Qualea* sp (Quaruba), devido à falta de material fértil disponível só foi possível realizar a identificação do gênero;
- Todas as espécies apresentam características macroscópicas similares entre si;
- Em relação a volumetria, a espécie que apresentou o maior DAP e a altura comercial mais elevada, assim como o maior volume médio foi *Trattinnickia burserifolia*;
- A espécie *Guarea* sp foi a que apresentou o maior volume nas áreas do estudo, com 1.604,62 m³. O menor volume foi obtido a partir da *Qualea* sp., com de 230,90 m³.
- A espécie que apresentou maior massa específica básica e aparente foi a *Terminalia amazonia*;
- As espécies estudadas foram classificadas como madeiras leve no caso do *Trattinnickia burserifolia*, e como de média massa específica no caso da *Terminalia amazonia*, *Guarea* sp e da *Qualea* sp;
- Não ocorreu diferença estatística significativa para a propriedade de massa específica básica para as espécies *Trattinnickia burserifolia*, *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp entre as diferentes posições longitudinais;
- Para as propriedades de retratibilidade, a espécie que apresentou a maior contração tangencial, radial e longitudinal foi a *Guarea* sp;
- Os valores médios de anisotropia das quatro espécies apresentaram intervalo entre 1,60-1,85, classificando as espécies como madeiras de média estabilidade e com qualidade normal o que da indicação de uso para móveis como estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos;
- Os valores médios mais elevados do módulo de ruptura e módulo de elasticidade à flexão estática na condição verde e a 12% foram obtidos a partir da espécie *Terminalia amazonia*. A espécie também apresentou os

maiores valores médios nas diferentes posições longitudinais ao longo do fuste para as mesmas variáveis nas duas condições;

- No ensaio de compressão paralela às fibras na madeira em condição verde, as espécies *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp também apresentaram os maiores valores médios para o módulo de ruptura, não apresentando diferença estatística significativa entre si;
- Os melhores resultados do módulo de ruptura e módulo de elasticidade para a compressão paralela na condição de 12% foi apresentado pela espécie *Terminalia amazonia*;
- As espécies que apresentaram as maiores resistência média aos esforços de cisalhamento na condição verde foi a *Terminalia amazonia* e *Qualea* sp;
- A espécie *Qualea* sp foi a única que apresentou diferença estatística significativa na resistência média aos esforços de cisalhamento entre as diferentes posições ao longo do fuste no estado verde;
- Todas as espécies ensaiadas não apresentaram diferença estatística significativa da resistência ao cisalhamento à 12% de umidade nas diferentes posições longitudinais.
- A maior dureza média no estado verde e à 12% de umidade foi apresentada pela espécie *Terminalia amazonia* nas três faces avaliadas;
- Verifica-se que a massa específica apresentou correlação significativa positiva no estado verde com as propriedades de flexão estática para as quatro espécies. Já para compressão paralela para a espécie *Trattinnickia burserifolia*, nota-se que não ocorreu correlação significativa para as duas variáveis de MOR e MOE. A propriedade de cisalhamento da madeira apresentou correlação positiva com a massa específica das quatro espécies estudadas. Para a propriedade de dureza Janka foi observado o mesmo comportamento para as três faces avaliadas.
- A massa específica apresentou forte correlação entre a maioria das propriedades estudadas à 12% de umidade.
- As madeiras estudadas tem características tecnológicas semelhantes as espécies tradicionais no estado do Acre como a *Simarouba amara*, *Torresea acreana*, *Cordia goeldiana*, *Hymenolobium excelsum*, *Carapa guianensis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Apuleia molaris* que apresentam indicação de uso para a móveis e construção civil;

- As espécies *Terminalia amazonia*, *Guarea* sp, *Qualea* sp agrupam-se as espécies *Hymenolobium excelsum* e *Apuleia molaris*;
- A espécie *Trattinnickia burserifolia* possui características físicas e mecânicas similares às espécies *Torresea acreana* e *Cordia goeldiana*.

REFERÊNCIAS

ABID – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - **Relatório de acompanhamento setorial/Indústria moveleira - volume I**. 28p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11941: Madeira – Determinação da massa específica básica**. Rio de Janeiro, 2003. 6 pág.

ABREU, L. C. M.; SILVA, M.L.da.; SOUZA, A.L.de.; SOARES, V.P. Diagnóstico de consumo e suprimento de produtos madeireiros no setor moveleiro do Município de Ubá-MG. **Revista Árvore**, v.26, n.2, p.155-164, 2002.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico – Econômico: Recursos Naturais e Meio Ambiente** – Documento Final. Rio Branco: SECTMA, 2000. Volume I, II e III.

ACRE. Governo do estado do Acre. Programa de inclusão social e desenvolvimento econômico sustentável do estado do acre – PROACRE. Financiamento adicional – PROSER. **Anexo 1 – Manejo Florestal no Estado do Acre**. 19p. 2012.

ACRE. Governo do estado do Acre. FLORESTA ESTADUAL DO ANTIMARY - **Plano Operacional Anual 2011**–Reformulado. UPA 03, 2011.

ALVES, C.R. **Elaboração de um atlas e de uma chave para identificação das principais madeiras comercializadas no Estado do Espírito Santo**. Monografia (Engenharia Industrial Madeireira). 64 p. 2010. Universidade Federal do Espírito Santo.

AMAC. Associação dos Municípios do Acre. 2014. Disponível em: http://www.amac-acre.com.br/site/?page_id=696. Acesso: 03/10/2014.

AMPARATO, K.de. F. **Qualidade da madeira serrada e dos painéis colados lateralmente obtidos de um plantio de *Eucalyptus saligna* Smith visando o segmento moveleiro** – 2009. 47 f. Dissertação (mestrado em ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

APEXBRASIL - Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos – Perfil exportador do setor brasileiro de móveis, 2012. Disponível em <http://www3.apexbrasil.com.br/Home/Index>. Acesso em 01/11/2014.

ARAÚJO, J. H. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.18p.

ARAÚJO, H.J.B. **Diagnóstico das indústrias de serrarias do estado do Acre**. Rio Branco: FUNTAC, 1991. 238 p. No prelo.

ARAÚJO, H.J.B. **Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sobre manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (AC), por similaridade das propriedades físicas e mecânicas**. Piracicaba, 2002. 162f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 399-416, 2007.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - MOVERGS -. Panorama do Setor Moveleiro no RS e Brasil Disponível em http://www.movergs.com.br/views/imagem_pdf.php?pasta=panorama_setor_moveleiro. Acesso em 01/12/2014

AYRES, M.; AYRES, M. J. **Bio Estat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém – Pará, 2007. 380p.

BERALDO, A. L. **Métodos computacionais visando adaptar dados anatômicos, físicos e mecânicos de madeiras brasileiras para a sua utilização tecnológica**. 1987. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

BNDES. **Principais pólos moveleiros do Brasil**. Dados de 1997 a 2000. Rio de Janeiro, 2000 – Relatório técnico.

BOTOSSO, P. C. **Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento**- Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de madeira**. Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.84 p.

BRITO, V. **Congresso moveleiro. Empresários de móveis precisam unir forças para enfrentar crise**. 2006. Disponível em: <http://www.noticias.sebrae.com.br/asn/2006/06/30/4861281>. Acesso em: 30/12/2014.

BURGER, L. M; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 154 p. 1991.

CAMARA, V.M.O.da; ROCHA, J.de.S.; Caracterização tecnológica de madeiras Amazônicas para a construção pesada. **Acta Amazônica**. 1992, p.85-90.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Barueri: Manole, 2003. 152p.

CALEGARI, L.;CALEGARI,C. C. A.;LOPES,P. J. G.; GATTO,D. A.;STANGERLIN D. M. Normalização Técnica para Determinação das Propriedades Físicas e Mecânicas de Madeiras. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 04, n. 02, p. 122-138, 2013.

CAMARGOS, J.A.A.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: IBAMA, 1996. 887p.

CASAGRANDE JUNIOR, E.; Uso da madeira na construção civil tem visão preconceituosa no Brasil. Painel florestal - 2013. Disponível em <http://www.painelflorestal.com.br/noticias/uso-da-madeira/uso-da-madeira-na-construcao-civil-tem-visao-preconceituosa-no-brasil>. Acesso 05/04/2015.

CAVALCANTI, F. J. B., HIGUCHI, N., SILVA, E. R. **Inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da Floresta Estadual do Antimari**. Rio Branco: FUNTAC, 1990, 175 p.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – **COPANT 461** Método de determinación del peso específico aparente, **1972**.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – **COPANT 462** Método de determinación de La contracción, **1972**.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 555** Método de ensayo de flexion estática, **1972**.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 463** Método de determinación del cizallamiento paralelo al grano, **1972**.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 464** Método de determinación de la compresión parallel al grano, **1972**.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 465** Método de determinación de la dureza, **1972**.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 411**, DE 6 DE MAIO DE 2009.

COSTA, M.O. Caracterização anatômica e colorimétrica de espécies madeiras comercializadas como “IPÊ” no Estado do Pará. In: Congresso Nacional de Botânica, 55. 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. CD-ROM.

CHIMELO, J. **Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras**. São Paulo, IPT. 1980.

CSIL MILANO. **The world furniture outlook**. Milan, ITALY: Centre for Industrial Studies. 2008. 5p.

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da massa específica aparente. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 102-113, jun. 2004.

DINIZ, A. Manejo Florestal Sustentável - Uma construção coletiva no Acre. Disponível em http://www.anibaldiniz.com.br/hotsite/em_defesa_acre/index3.html. Acesso em 16 de Janeiro de 2015.

FAO. **Properties, processing and utilization**. Roma, Itália, 2010

FERRAZ, I. D. K. LEAL FILHO, N.; IMAKAWA, A. M.; VARELA, V. P.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**. [online]. 2004, vol.34, n.4, pp. 621-633.

FERREIRA, L. M. **Arranjo produtivo e inovativo local: o caso da indústria moveleira de Rio Branco – AC**. Rio Branco: UFAC, 2004. 131 p

FERREIRA, G.C.; HOPKINS, M.J.G.; **Manual de identificação botânica e anatômica – Angelim**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Belém – Pará, 2004. 101p.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Manual n. 4. Instituto de Botânica, São Paulo. 1984.

LUCAS FILHO, F. C.; Efeito combinado do teor de umidade e da massa específica na resistência e rigidez da madeira de *Pinus elliottii*. **Floresta**. Curitiba – Paraná, v. 42, n. 3, p. 519 – 526.

FORTES, F.de.O.; LÚCIO, A. D.C.; LOPES, J.S.; CARPES, R.H.; SILVEIRA, B.D.da. Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, V.38, n.6. p 1615-1623. 2008.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE - FUNTAC. **Madeiras do Acre – Caracterização físico-mecânica (espécies comercializadas e/ou com possibilidades de comerciais)**. Acre, 1991; 60p.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE – FUNTAC. **Prestação de contas convênio CNI/BID 20/2012**. 60p. 2013. Relatório Técnico.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.

GONZAGA, B. C.; **O mercado brasileiro de exportação de móveis de alta decoração com foco nas exportações indiretas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração). Universidade do Vale do Itajaí -São José. 2007. p 70.

GORINI, A.P.F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira**. Rio de Janeiro: BNDES, 1998. 50p.

GORINI, A.P.F. **A indústria de móveis do Brasil**. Curitiba: Alternativa Editorial, 2000.

GUÉRON, A. L.; GARRIDO, V. **Requisitos ambientais, acesso a mercados e competitividade na indústria de madeira e móveis do Brasil**. Ponto Focal de Barreiras Técnicas às Exportações. Rio de Janeiro: Inmetro, 2004. 38 p.

HUMMEL, A. C.; BENEVIDES, M. R. G.; SAID NETO, T.; CHAGAS, V. R. das; GUITTON, T. L. **Diagnóstico do subsetor madeireiro do Estado do Amazonas**. Série Estudos setoriais, SEBRAE/AM e IMA/AM, 1994.74 P.

HUMMEL, A. C.; ALVES, M. V.da. S.; PEREIRA, D.; VERÍSSIMO, A. V.; SANTOS, D. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados/** Serviço Florestal Brasileiro, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), 2010. 20p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Madeiras da Amazônia, características e utilizações: Amazônia Oriental.** Vol. 3. Brasília: IBAMA, 1997. 141 p.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO MATO GROSSO - INDEA-MT - **Identificação e cubagem de madeiras.** 2011. Disponível em: <http://www.indea.mt.gov.br/html/internas.php?tabela=paginas&codigoPagina=22>. Acesso em 08/12/2014 às 10:59.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA – INPA. Projeto madeiras da Amazônia, 2008. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/madeiras/madeiras.php>. Acesso em 08/12/2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada.** São Paulo: 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Madeira: uso sustentável na construção civil.** São Paulo, 2009. 2ed, 100p.

JAVARINI, E. **Caracterização das propriedades físicas e mecânicas de *Populus deltoides*, plantado nas várzeas do vale médio do Rio Iguaçu.** Centro universitário de União da Vitória – UNIUV. Curso de engenharia industrial da madeira. União da Vitória – PR, 2011.

KNEIP, F. C. **Capítulo 9: Correlação e Regressão.** Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/publique/media/cap9-correl_regres.pdf > Acesso em: 14 de julho. 2015.

KLITZKE, R. J. Universidade Federal do Paraná, 2004. **Apostila Curso de Secagem da Madeira** – Federação das Indústrias do Estado do Acre, 83 pag.

KOCH, P. Utilization of the Southern pines. Madison: USDA, Forest Service Agricultural. **Handbook**, 1972, 420 p.

KOLLMANN, F.F.P.; COTÊ, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlim: Springer Verlag, v. 1, 1968. 592 p.

LARSON, P.R.; NICHOLS, J.W.P.; DADSWELL, H.E. **Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis**. Madison, USDA, 2001, 42 p.

LEONELLO, E.C. **Avaliação das propriedades físico-mecânicas da madeira de árvores de *Hevea brasiliensis* em três condições de sanidade no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 110p. 2011.

LIMA JUNIOR, D. L.; PIRES, A. M.; MORAES, A. P.; PEIXOTO, E. J. S.; SILVA JUNIOR, C. A. O. **Madeira de lei**. Universidade do Amazonas - UNAMA. 27p. 2008.

LOBÃO, M. S.; CHAGAS, M. P.; COSTA, D. de S. P.; FERREIRA, A. T. B. SETTE JR. C. R.; CARVALHO, I. L.; TOMAZELLO FILHO, M. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características físico-anatômicas e usos da madeira. **Cerne**, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 97-105, 2010.

LOBÃO, M. S. e PEREIRA, K. R. M. **Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira**. Universidade Federal do Acre, Departamento de Ciências Agrárias, 2008. 44p. Il. – (Série Tecnologia da Madeira; V. 1, n1).

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z. BORGES, C. G. A. Caracterização físico-mecânica da madeira de peroba-mica, *Aspidosperma populifolium* A.DC. (Apocynaceae). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p.11-21, 2008.

LOPES, C. A. C.; PEDROSO, L. M.; DOURADO, P. S. S.; DOURADO, R. S. A. **Propriedades físico-mecânicas e usos comuns de 30 espécies de madeiras da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1983. 97 p.

LOPES, M. de C.; **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira** – Santa Maria, 2003.93 f. Dissertação (Mestrado em engenharia).

LOPES, M. de C.; HASELEIN, C. R. SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.; ROSSO, S.; FERNANDES, D. L. G.; MENEZES, L. F. de.; Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus Grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 133-144, 2004.

LOPES, O. P. **Anatomia e identificação da madeira de genótipos de *Eucalyptus* spp. plantados no Estado de Minas Gerais**—Lavras : UFLA, 2013.93 p. : il.

LOPES, R. H. Demanda global e produção local de matéria-prima para a indústria de biocsméticos no pólo industrial de Manaus. **In** XVII International conference on industrial engineering and operations management. Belo Horizonte, 2011.14p.

MACHADO, S. R.; BARBOSA, S. B. **Manual de procedimentos** - Herbário BOTU - "Irina Delanova Gemtchujnicov". 2010. 18p.

MACHADO, S. DO A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2003.

MARTINS, E. P. **Análise técnica e econômica da atividade madeireira no município de Jaru, estado de Rondônia**. 1996. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; HOPKINS, M. G.; TOMPSON, I. S.; **Identificação botânica na Amazônia: situação atual e perspectivas**/ Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 81p.; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 168).

MELCHIORETTO, D.; ELEOTÉRIO, J. R. Caracterização, classificação e comparação da madeira de *Pinus patula*, *P. elliottii* e *P. taeda* através de suas propriedades físicas e mecânicas. **In**: Congresso regional de iniciação científica e tecnológica, 18., 2003, Blumenau. **Anais...** Blumenau: FURB, 2003.

MELO J.E. **Influência das dimensões de corpos-de-prova e da velocidade de ensaio na caracterização de três espécies de madeiras tropicais**. Tese (Doutorado em ciências florestais). Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília; 2010.

MELO, J.E.; CORADIN, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de massa específica para madeiras da Amazônia brasileira. **In**: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.695-699.

MOREIRA, W.S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 107p. Tese (Doutorado em ciências florestais) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 1999.

MORI, S.A; PRANCE, G.T. **Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb e Bonpl.: Lecythidaceae).** Advances in Economic Botany 1990.130-150p.

MOURA, L. F. B. de, **Manual do Técnico Florestal.** Apostila do Colégio Florestal de Irati, 4vol. Ilust, Campo Largo, Ingra S/A, 1986.

MORESCHI, J.C.; **Apostila propriedades da madeira.** UFPR. Curitiba – PR, 2005. 2008p.

MOUTINHO, V. H. P. **Caracterização das madeiras conhecidas na Amazônia brasileira como matá-matá (*Lecythidaceae* fam. A. Rich.)** – LAVRAS : UFLA, 2008.78 p. : il.

MUNIZ, G.I.B.; CORADIN, V.R. **Normas de procedimentos em estudo de anatomia da Madeira. I – Angiospermae, II- Gimnospermae.** Brasília: Laboratório de Produtos Florestais. Série Técnica15, 1991.

MUSIL, A.P. **Identification of crop and weed seeds.** Washington: Department of Agriculture, 1963. 171p. (Agriculture Handbook, 219).

NASCIMENTO, C. C. do.; GARCIA, J. N.; DIÁZ, M. D. P.; Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da massa específica básica e propriedades mecânicas. **Madera y Bosques** 3(1), p 33-52,1997.

NISGOSKI,S. **Identificação e caracterização anatômica macroscópica das principais espécies utilizadas para laminação na região de Curitiba - PR.** Dissertação (Mestre em Ciências Florestais). 113p. Curitiba – Paraná, 1999.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G.I.B.; KLOCK, U. Principais madeiras utilizadas para laminação na região de Curitiba, PR. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 1, n. 1/2, p. 33-38, 2000.

OLIVEIRA, J. T. S. Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira **In:** OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro. Vitória: Aquarius, p. 129-163, 2007.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C.. Variação radial da retratibilidade e massa específica básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p.381-385, 2003.

OIMT. **Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. 2006. Organización Internacional de las Maderas Tropicales.** Yokohama, Japón. OIMT. 210 p. 2006.

OMI, P.N.; WENSEL, L.C.; MURPHY, J.L. An application of multivariate statistics to land use planning: classifying land units into homogeneous zones. **Forest Science.** v.25. n. 3. p. 399-414. 1979.

PATERLINI, E. M. **Caracterização tecnológica da madeira de acácia (*Acacia mangium* WILLD) para produtos sólidos.** Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira). Jerônimo Monteiro - Espírito Santo, 2011. 40p.

PEREIRA, T. C. P. **A Indústria moveleira no Brasil e os fatores determinantes das exportações.** Monografia (Graduação em ciências econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina. 2009, 104p.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia -.** Belém - PA: 2010. 124 p. IMAZON.

PEREIRA, J. C. dos S.; **O Uso de Madeira na Construção Civil: Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares - MG.** Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais IFMG. TCC (Tecnologia em Gestão Ambiental); 2013, 20p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

PONTES, S. M. A. **Diagnóstico da produção de móveis de madeira tropical na Amazônia legal: Estudo de caso nas empresas moveleiras do município de Rio Branco – Ac.** TCC (Especialização em gestão da indústria Madeireira). 65p, 2011.

PONTES, S. M. A. **Resíduos madeireiros: Um estudo de caso nas serrarias de Rio Branco-AC.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2007.

PRANCE, G.T.; MORI, S.A. Lecythidaceae. Part 1. **The actinomorphic flowered Nem word Lecythidaceae.** Fl. Neotrop. Monogr 1979, 270p.

PROCÓPIO, L. C.; SECCO, R. de S. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do “Tauari” (*Couratari* spp. e *Cariniana* spp. - Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará. **Acta Amazônica.** vol. 38(1) 2008: 31 – 44.

REZENDE, M. A.; ESCOBEDO, J.F.; FERRAZ, E.S.B. **Retratibilidade volumétrica e massa específica aparente da madeira em função da umidade**. IPEF, Piracicaba, n. 39, p. 33-40, 1988.

ROCHA, R. R. **Avaliação não-destrutiva de madeiras para dormentes ferroviários**. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ROESE, M. **Problemas globais, respostas locais: a indústria de móveis de madeira no Brasil à luz dos enfoques de cadeias produtivas e sistemas regionais de inovação**. 2003. 496p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROSA, S. E. S.; CORREA, A. R.; LEMOS, M. L. F.; BARROSO, D. V. O Setor de Móveis na Atualidade: Uma análise preliminar. In: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.25, p. 65-106, mar/2007.

ROSAS, L. **Marceneiros acreanos conhecem experiências tecnológicas na Itália, 2012**. Disponível em <http://www.agencia.ac.gov.br/noticias/acre/marceneiros-acreanos-conhecem-experiencias-tecnologicas-na-italia>. Acesso em 10/12/2014.

SÁ JUNIOR, J. J. M. **Identificação de espécies vegetais por meio de análise de imagens microscópicas de folhas**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional). Universidade de São Paulo, USP. 2008. 118p.

SALVADOR, A. L. **Desenvolvimento regional sustentável da região norte central do Paraná: o pólo moveleiro de Arapongas**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2009. p 14

SANTOS, R. C. **Levantamento de Resíduos da Indústria Madeireira do Acre**. Acre, FUNTAC, 2006. 51p. Relatório técnico.

SANTI, M.A. **Contribuição aos estudos sobre as origens da produção seriada do mobiliário no Brasil: a experiência Móveis Cimo S/A**. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnica de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R** - Piracicaba, 2008. 130 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SILVA, M. L. M. da; BINOTI, D. H. B; GLERIANI, J. M; LEITE, H. G. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. **Revista Árvore** vol.33 nº.6 Viçosa Nov./Dec. 2009.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 120-129, jun. 2004.

SCHNEIDER, A.C.S. **O processo de internacionalização de uma empresa do setor moveleiro: um estudo de caso**. 2002. Dissertação. (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Móveis de Madeira. **Relatório de inteligência**. Outubro, 2014.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Florestas do Brasil em resumo: dados de 2005-2010**. Brasília: SFB, 2010.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. Database of Brazilian Woods. Disponível em <http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil>. Acesso em 30/01/2015.

SHIMOYAMA, V. R. de.; S. BARRICHELO, L. E. G, **Massa específica básica da madeira, melhoramento e manejo florestal**. 1989. Série Técnica - IPEF. Piracicaba v.6 n.20 p. 1 – 22 Ago.1989.

SILVA, J.C. **Anatomia da madeira e suas implicações tecnológicas**. Viçosa DEF/UFV. 140 p. 2005

SILVA, L.F. da.; SILVA, M. L. da.; CORDEIRO, S. A. Análise do mercado mundial de madeiras tropicais. **Revista de Política Agrícola**. Ano XXI – Nº 3 – Jul./Ago./Set. 2012.

SOUZA, J.M.A.de. **Caracterização e Índices Qualificativos de 20 espécies florestais do Acre**. Rio Branco, AC, 1987. 124 pág.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Projeto Potencialidades Regionais Estudo de Viabilidade Econômica: Produtos Madeireiros**. Julho, 2003.

STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R. DE; GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P. H. G. DE. Propriedades de flexão estática da madeira de *Carya illinoensis* em duas condições de umidade. Pelotas: **Ciência da Madeira**, v. 01, n. 02, p. 70-79, 2010.

STCP. Engenharia de Projetos LTDA. **Plano de manejo florestal em regime sustentável**. Curitiba – 2002.20p.

TANAAMI, R. G. **Influência da Umidade e da Massa específica em Propriedades de Resistência e de Elasticidade da Madeira à Flexão**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil - Engenharia de Estruturas). São Paulo, 1986.

TRAMONTINA, J.; TOMASI, J. de. C.; TRES, J.; CHECHI, L.; DENARDI, L. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade da espécie *Ateleia glazioviana* BAILL. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1833, 2013.

TEIXEIRA, B. M. R. **Variabilidade radial e longitudinal de propriedades de madeira de Angico-Vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg)**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

TRIANOSKI, R.; **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de Pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**. Tese (Doutorado em engenharia florestal), 2012. 553p.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties and utilization**. New York, 1991.494 p.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA Jr.; C., CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; PEREIRA, D. e BALIEIRO, C. Áreas para produção florestal manejada: Detalhamento do Macrozoneamento Ecológico Econômico do Estado do Pará. **Relatório para o Governo do Estado do Pará**. 2006.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. **Identificação Macroscópica de Madeiras**. Educação continuada. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo. 27p. 2007.

ZENID, G. J.; **Madeira : uso sustentável na construção civil**. 2. ed. -São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT :2009. 103p.

ZENID, G. J.; **Madeira na construção civil**. 8p. [2010?]

ZERBINI, N.J. **Madeiras com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): Propriedades tecnológicas e cadeia produtiva**. Brasília, 2008. 187p.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363 p.



APÊNDICE1– Ficha para identificação botânica de espécies florestais

Identificação de espécies florestais nativas		
Local de coleta:	Nº de coleta:	Data:
Coletor:	Nº da amostra:	Árvore:
Espécie:	Nome vernacular:	Coordenadas:
HÁBITO: () árvore () erva () cipó () epífita () hemiepífita		
Altura:	DAP:	
Observação:		
BASE: reta () digitada () dilatada () raízes () sapopemas () com raízes áreas		
FUSTE: Cilíndrico () Cônico () Tortuoso () acanalado		
CASCA: Ritidoma () Liso () Rugoso () sujo ou áspero () reticulado Fissurado () Fendido () Estriado () Lenticelado () com presença de lenticelas.		
Desprendimento: Placas lenhosas () Com depressões () escamoso () esfoliante papiráceo () esfoliante coriáceo ()		
Cor:	Espessura:	Observação:
Casca morta: () sim não ()	Cor:	Espessura:
Casca viva: Cor:	Cheiro:	Espessura:
Presença de acúleos ()	Presença de espinhos ()	Observação:
ALBURNO: esbranquecente	Cor:	Espessura:
EXSUDADO – após exposição ao ar torna-se:	Cor:	Consistência:
FOLHAS: Cor:	com color ()	discolor ()
Consistência () membranácea /compostas	() cartacea () coriácea	() carnosa
Fase abaxial	Fase adaxial	Odor: cheiro forte
FLORES:		
Cor: Cálice	Corola:	Odor:
FRUTOS: Carnosos () secos () deiscentes () indeiscentes		
Cor:	Odor:	Observação:

APÊNDICE 2 – Ficha para auxiliar o curador na hora da identificação botânica.

Nome Científico:			
Família:		Nome Vulgar:	
Coletor (es): Antonio Divino Pereira de Souza		Nº	Data:
Determinador e data:		Material Coletado:	
Altitude:	Latitude (S):	Longitude (W):	País:
Estado:	Município:	Distrito:	
Local:		Vegetação:	
Altura:	DAP:	Solo:	Hábito:
Casca: <input type="checkbox"/> espinhos ou acúleos <input type="checkbox"/> protuberâncias <input type="checkbox"/> com depressão <input type="checkbox"/> lenticelas			
Aparência: <input type="checkbox"/> lisa <input type="checkbox"/> rugosa <input type="checkbox"/> suja <input type="checkbox"/> áspera <input type="checkbox"/> reticulada <input type="checkbox"/> estriada <input type="checkbox"/> fissurada <input type="checkbox"/> fendida <input type="checkbox"/> cancerosa			
Desprendimento: <input type="checkbox"/> em escamas <input type="checkbox"/> em placas <input type="checkbox"/> em papel			
Exsudato: <input type="checkbox"/> seiva <input type="checkbox"/> látex <input type="checkbox"/> resina <input type="checkbox"/> goma Cor:			
Indumento: Pilosidade cor <input type="checkbox"/> ramos <input type="checkbox"/> folhas <input type="checkbox"/> inflorescências			
Folhas: Consistência <input type="checkbox"/> cartácea <input type="checkbox"/> membranácea <input type="checkbox"/> coriácea <input checked="" type="checkbox"/> carnosa			
Flores: cor	Cálice:	Corola:	Odor: GR
Frutos: <input type="checkbox"/> carnosos <input type="checkbox"/> seco Cor:	Odor:	<input type="checkbox"/> deiscentes <input type="checkbox"/> indeiscentes	
Sementes:	Cor:	Cor do arilo:	
Amostra da madeira: <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Nº		Obs.:	
Observações:			

APÊNDICE 3 – FICHAS PARA CONTROLE DOS DISCOS PARA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS FISICOS

		FICHA DE CAMPO										
		PROJETOS ESPÉCIES FLORESTAIS										
		ÁREA:					UT:					
EQUIPE:												
Nº PLACA	Nº PONTO (GPS)	COORDENADAS	NOME VULGAR	NOME CIENTIFICO	CAP	ALT. TOTAL	ALT. COM.	OBSERVAÇÕES	FOTOS (Nº)	Nº DE DISCOS	Nº DE BLOCOS	ARVORE OCA
		UTM:										
RESPONSÁVEL:								DATA:				

